



Diogo Santos Marques Pereira

Licenciado em Engenharia Civil

**A Lean Construction em Obras de Reabilitação –
Análise de Adequabilidade e Contributo para a
Definição de um Modelo de Aplicação**

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em
Engenharia Civil – Perfil de Construção

Orientador: Nuno Cachadinha, Professor Doutor, FCT/UNL

Júri:

Presidente: Professor Doutor António Grilo

Arguente: Professor Doutor António Flor

Vogal: Professor Doutor Nuno Cachadinha



FACULDADE DE
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA

Fevereiro de 2011

‘Copyright’ Diogo Santos Marques Pereira, FCT/UNL e UNL

A Faculdade de Ciências e Tecnologia e a Universidade Nova de Lisboa tem o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicar esta dissertação através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, e de a divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objectivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor

Agradecimentos

Agradeço ao Professor Doutor Nuno Cachadinha pela orientação desta dissertação, acompanhamento permanente, partilha de conhecimentos e por toda a disponibilidade demonstrada.

De forma especial, agradeço à Engenheira Ana Melo e ao Engenheiro Vasco Consciência por toda a disponibilidade e ajuda que me deram, permitindo o trabalho de campo e o aprofundar de conhecimentos.

A todas as restantes pessoas da SDC que contribuíram para a realização desta dissertação, nomeadamente, ao Engenheiro Luís Afonso por ter possibilitado a realização deste estudo, ao Engenheiro António Winck pela disponibilidade e ajuda na realização das entrevistas, ao Técnico de Construção Civil, Sr. Lorival Ribeiro, ao Encarregado Sr. Fernando Coelho e todos os elementos da equipa de trabalho da empresa, que me ajudaram e forneceram elementos, opiniões e informações.

À Alexandra Rueff, pela amizade, cooperação e partilha de conhecimentos, sem os quais a realização desta dissertação teria sido muito mais penosa.

Ao Pedro Ferreira e ao Pedro Clara pela amizade e companheirismo durante a realização desta dissertação.

Aos meus colegas e amigos da FCT, em especial aos membros da URES, são vossas as melhores memórias da minha vida académica.

A todos os meus amigos, em especial à Patrícia Matias, ao Ricardo Campos e à Raquel Brito, pela amizade incondicional e pela ajuda na fase final desta dissertação.

Por último não posso deixar de agradecer à minha família, em especial aos meus pais e à minha irmã, por sempre terem acreditado em mim, pelo amor e ensinamentos transmitidos ao longo de toda a vida, é também vosso este trabalho.

Resumo

A indústria da construção em Portugal tem vindo nos últimos anos a despertar para o paradigma da *Lean Construction*. Este facto deve-se, em parte, à forte crise económica mundial e à consequente necessidade de aumentar a competitividade das empresas. A par disto, em Portugal, tem também vindo a surgir nos últimos anos um crescente interesse pelo sector da reabilitação de edifícios. Assim sendo, este trabalho tem por objectivo comprovar a aplicabilidade das técnicas *Lean Construction* a este tipo de obra, bem como dar um contributo para a definição de um modelo de aplicação correspondente.

Este trabalho teve por base uma obra de reabilitação tida como referência no seio de uma empresa de construção portuguesa, a Soares da Costa (SDC) e a metodologia seguida foi, numa primeira fase, análise documental, seguindo-se de visualização directa das actividades com maior importância em termos de volume de trabalho e valor económico. Foi desenhado o *Value Stream Mapping* (VSM) das mesmas, por forma a identificar os desperdícios e as melhorias a propôr. Por último, o estudo foi complementado com entrevistas a elementos chave.

Concluiu-se que é possível a implementação de técnicas *Lean* em obras de reabilitação, uma vez que foram detectadas algumas técnicas *Lean* já implementadas tais como o *Just in Time* (JIT), as 5S, o *Kanban* e o *Last Planner*. No entanto, e tendo a filosofia *Lean* de melhoria continua presente (*Kaizen*), foi possível, ainda, formular propostas de melhoria a processos ainda não totalmente optimizados.

Palavras chave: Construção *Lean*, Reabilitação, Mapeamento de fluxo de valor, Eliminação de desperdícios, Fluxo Contínuo

Abstract

The construction industry in Portugal has been, in recent years, waking up to the paradigm of Lean Construction. This is due in part to the strong global economic crisis and the consequent need to increase the competitiveness of enterprises. Adding to that, Portugal has recently seen a growing interest in the field of rehabilitation of buildings. Thus, the goal of this work is to prove the applicability of the Lean Construction techniques in this type of works, as well as to contribute to the definition of an application model.

This work is based on a rehabilitation project taken as a reference within a Portuguese Construction Company, Soares da Costa (SDC) and the methodology utilized was initially documentary analysis, followed by direct visualization of activities with greater importance in terms of work volume and economic value. The Value Stream Mapping (VSM) of the referred activities was designed, in order to identify waste and to propose improvements. Finally, the study was complemented with interviews of key players.

It is concluded that it is possible to implement Lean techniques in rehabilitation works, since it was possible to detect some lean techniques that were already in place, such as Just in Time (JIT), the 5S, Kanban and the Last Planner. However, bearing in mind the Lean philosophy of continuous improvement (kaizen), it was still possible to formulate improvement proposals to processes not yet fully optimized.

Keywords: Lean Construction, Rehabilitation, Value Stream Mapping, Waste Disposal, Continuous Flow

Listagem de siglas

AECOPS – Associação de Empresas de Construção e Obras Públicas

FIEC - Federação da Indústria Europeia da Construção

IGLC – *International Group for Lean Construction*

JIT – *Just in time*

MD – Memória descritiva

MFV – Mapeamento do Fluxo de Valor

PDCA – *Plan-Do-Check-Act*

PPC – *Percentage Plan Complete* (Porcentagem de Plano Concluído)

SDC – Soares da Costa

TPS – *Toyota Production System*

VSM – *Value Stream Mapping*

Poka – Yoke – Expressão de origem Japonesa que significa à “prova de erro”

Lead Time – Período de tempo entre o início de uma actividade e o seu término

Kaizen – Palavra de origem Japonesa que significa melhoria contínua

Valor – Capacidade de entregar ao cliente um produto específico que vai ao encontro das suas necessidades

Balizamento – Análise comparativa entre o planeamento previsto e o realizado

Lean – Teoria de gestão focada na eliminação de desperdícios ao longo do processos

Lean Construction – Teoria Lean aplicada à indústria da construção

Índice

1	INTRODUÇÃO	1
1.1	Justificação e motivação.....	1
1.2	Objectivos.....	1
1.3	Metodologia de desenvolvimento	2
1.4	Estrutura da Dissertação.....	3
2	ESTADO DO CONHECIMENTO	5
2.1	Origem e evolução do pensamento Lean	5
2.2	Filosofia <i>Lean</i> VS Desperdício	6
2.3	<i>Lean Construction</i>	8
2.4	Ferramentas e Metodologias de Aplicação <i>Lean</i>	11
2.4.1	Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV).....	11
2.4.2	5S	12
2.4.3	Kanban.....	14
2.4.4	Last Planner	14
2.4.5	Percentagem de Planeamento Concluído (PPC).....	14
2.4.6	Mapa de Irregularidades	15
2.4.7	Kaizen.....	15
2.4.8	JIT	16
2.5	Aplicabilidade dos Conceitos <i>Lean</i>	17
2.6	Reabilitação – Contexto Europeu.....	19
2.6.1	Enquadramento Histórico	19
2.6.2	Estado Actual.....	20
2.7	Reabilitação – Contexto Português	21
2.7.1	Enquadramento Histórico	21
2.7.2	Estado actual.....	22
2.8	Visão para o Futuro	23
2.9	Simbiose entre <i>Lean</i> e Reabilitação	24

3	METODOLOGIA DE RECOLHA E ANÁLISE DE DADOS E DESCRIÇÃO DO CASO DE ESTUDO.....	27
3.1	Introdução.....	27
3.2	Metodologia de recolha de dados.....	28
3.2.1	Análise documental	28
3.2.2	Observação directa	28
3.2.3	Reuniões em obra	29
3.2.4	Reuniões nos escritórios da SDC.....	29
3.3	Caracterização da obra – Caso de estudo	30
4	DESENVOLVIMENTO DO MODELO PROPOSTO	33
4.1	Introdução.....	33
4.2	Elaboração e descrição do Modelo Proposto	33
4.2.1	Observação e escolha dos Processos a otimizar	35
4.2.2	Elaboração do mapa do fluxo de valor actual.....	35
4.2.3	Análise dos mapas do estado actual	36
4.2.4	Análise e propostas de melhoria genéricas	37
4.2.4.1	Encomenda/Armazenamento do material.....	37
4.2.4.2	Transporte do Material	38
4.2.4.3	Encaminhamento/recolha dos desperdícios.....	38
4.2.4.4	Análise e propostas de melhoria para o caso de estudo.....	39
4.2.5	Mapeamento do estado futuro	43
4.2.6	Implementação e Controlo.....	44
4.2.7	Oportunidades e benefícios decorrentes da aplicação do modelo	45
4.2.8	Dificuldades na implementação do modelo.....	54
5	ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	57
5.1	Análise dos Processos otimizados detectados em obra.....	57
5.1.1	Processo Pladur.....	58
5.1.2	Encomenda e recepção do material	58
5.1.3	Deslocação do material para local de aplicação	59
5.1.4	Encaminhamento dos desperdícios para local apropriado.....	60

5.1.5	Recolha dos desperdícios.....	60
5.1.6	Processo Aço – Encomenda e recepção do material	61
5.1.7	Processo Planeamento – Balizamentos.....	61
5.1.8	Processo Preparação de Obra – Contratação das subempreitadas	62
5.2	Análise das propostas de melhoria formuladas	62
5.2.1	Processo Material de cofragem – Limpeza do local	63
5.2.2	Processo Aço – Aquisição do aço pré cortado e moldado.....	63
5.2.3	Processo Planeamento – Associar ao PPC um Mapa de Irregularidades	64
5.2.4	Preparação de obra – Colocação de Mapa de Progresso em zona visível	65
5.3	Adequação das melhorias propostas à reabilitação	66
6	CONCLUSÕES	69
6.1	Limitação da investigação	70
6.2	Campos de pesquisa futura.....	71
7	BIBLIOGRAFIA.....	73
	ANEXOS	77
I.	Organograma da obra Cidadela de Cascais.....	77
II.	Guião de Entrevistas.....	78
III.	Ícone usado no MFV	85
IV.	Mapeamento Actual do Fluxo de Valor	86
V.	Mapa de Irregularidades Implementado.....	87

Índice de Quadros

Quadro 1 – Mapeamento do estado actual dos processos	36
Quadro 2 – Optimização do processo Aço	40
Quadro 3 – Optimização do processo Planeamento	40
Quadro 4 – Optimização do processo Pladur	40
Quadro 5 – Optimização do processo Preparação de obra	40
Quadro 6 – Proposta de melhoria para o processo Material de Cofragem	41
Quadro 7 – Proposta de melhoria para o processo Aço	41
Quadro 8 – Proposta de melhoria para o processo Planeamento	42
Quadro 9 – Mapa de irregularidades proposto	42
Quadro 10 – Proposta de melhoria para o processo Preparação de obra	43
Quadro 11 – Mapeamento do estado futuro dos processos	43

Índice de Figuras

Figura 1 – Programa de Desenvolvimento de Investigação	3
Figura 2- Processo de Mapeamento do Fluxo de Valor	12
Figura 3- Metodologia 5S	13
Figura 4 – Ciclo <i>Kaizen</i>	16
Figura 5 – Benefícios da aplicação dos conceitos <i>Lean</i> (adaptado de Melton, 2005)	18
Figura 6 - Peso da Reabilitação Residencial na Produção Total da Construção, 2009 (fonte: FIEC, AECOPS).....	21
Figura 7 - Gráfico de Necessidades de reparação de edifícios habitacionais (adaptado de Afonso <i>et al.</i> , 2009).....	22
Figura 8 - Necessidades de reparação de edifícios não habitacionais (adaptado de Afonso <i>et al.</i> , 2009)	23
Figura 9 - Valores dos diversos tipos de trabalhos dentro do mercado de reabilitação previstos para 2030 (adaptado de Afonso, 2009).	24
Figura 10 - Vista aérea da localização da obra.....	30
Figura 11 - Esquema da implantação da obra	30
Figura 12 – Processo de desenvolvimento do modelo	34
Figura 13 – Processo de desenvolvimento da análise	37
Figura 14 – Zona de trabalho que não foi limpa aquando da execução da cofragem da laje do piso superior	41
Figura 15 – Estaleiro de aço na cobertura do edifício J e pormenor do desperdício à data da realização do MFV actual	42
Figura 16 – Material colocado na frente de trabalho	46
Figura 17 – Zona de implementação da proposta – Material de Cofragem	50
Figura 18 – Organização dos materiais reutilizáveis	50
Figura 19 – Contentor para encaminhamento de desperdícios	51
Figura 20 – Mapa de Irregularidades, em uso na frente de trabalho	53
Figura 21 - Variação da Área de estaleiro para material do Processo Pladur	59

1 Introdução

1.1 Justificação e motivação

Dada a actual crise económica mundial, à qual o sector da construção não é de todo alheio, surge cada vez mais a necessidade de manter a competitividade. Como tal as empresas vêem-se obrigadas a lidar com margens de lucro cada vez mais apertadas, revelando-se primordial reduzir custos.

A par disto, Portugal defronta-se nos dias de hoje com um problema que já há alguns anos começaram a ser combatidos noutros países da Europa: o envelhecimento e consequente degradação do seu parque edificado.

A reabilitação do parque edificado português revela-se assim como uma oportunidade de negócio nos próximos anos, não só devido à necessidade crescente de reabilitação dos centros urbanos, mas também pelo abrandamento de outros sectores da construção e ainda pelos incentivos do estado a esta tipologia de obra.

As maiores dificuldades relacionadas com a reabilitação de edifícios prendem-se na falta do conhecimento prévio do real estado da estrutura, a elevada quantidade de resíduos produzidos e a escassez de espaço de trabalho.

A filosofia *Lean Construction* tem como princípio fundamental a eliminação de todo o tipo de desperdícios existentes (relacionados com tempo, custos, materiais ou equipamentos), de forma a obter melhorias na produtividade e bons resultados económicos, aumentando o valor para o cliente e em simultâneo o lucro para a empresa.

1.2 Objectivos

O principal objectivo da presente dissertação é avaliar a adequabilidade da implementação dos conceitos da *Lean Construction* em obras de reabilitação, dando um primeiro contributo para a sua aplicação através da criação de um modelo de aplicação.

Os principais objectivos deste modelo prendem-se com a optimização do espaço da obra, a redução dos desperdícios produzidos, aumento da eficiência do processo de construção, evitando também erros recorrentes.

1.3 Metodologia de desenvolvimento

Com a metodologia utilizada na presente dissertação pretendeu transpor-se a análise teórica da filosofia *Lean* para a sua aplicação prática. Nesse sentido, foi realizada uma pesquisa bibliográfica do tema, de modo a alcançar um correcto enquadramento teórico que permitisse a criação de um modelo de aplicação prática.

Paralelamente foi realizada uma pesquisa de empresas do sector que se mostrassem disponíveis para a realização da parte prática do estudo numa das suas obras, tendo sido conseguida uma parceria com a SDC.

A obra cedida para a realização do estudo foi a reabilitação/requalificação da Cidadela de Cascais, tendo-se procedido à análise do funcionamento actual da obra, através da observação directa dos processos, análise documental e realização de entrevistas.

Conjugando toda a informação recolhida pelos meios anteriormente mencionados e os conhecimentos adquiridos sobre a filosofia *Lean* foi, então, formulado e proposto um modelo de aplicação prática dos conceitos *Lean*.

Após a aceitação do modelo proposto, procedeu-se à sua implementação em obra, tendo sido posteriormente realizada uma análise dos resultados obtidos.

Para finalizar o presente trabalho de investigação foram compiladas as conclusões retiradas da implementação do modelo e realizadas recomendações para investigações futuras.

A metodologia adoptada no desenvolvimento da presente investigação apresenta-se na Figura 1.

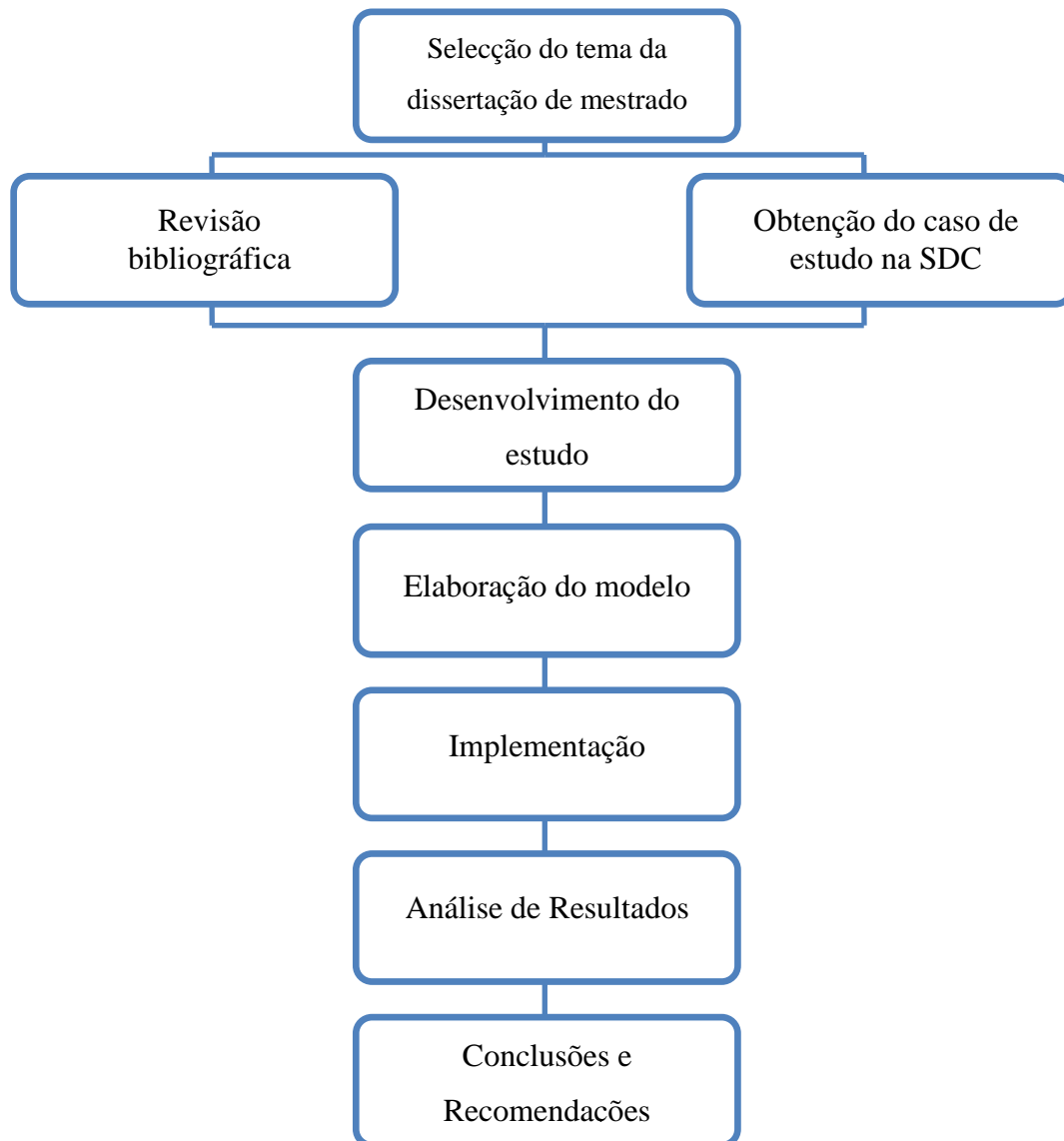


Figura 1 – Programa de Desenvolvimento de Investigação

1.4 Estrutura da Dissertação

No que se refere à estruturação da dissertação, esta encontra-se dividida em sete capítulos. De seguida, é feita uma descrição resumida dos capítulos e seu conteúdo:

Capítulo 1 - É exposta a motivação e justificação, os objectivos, a metodologia e a estrutura adoptadas no desenvolvimento do presente trabalho de investigação;

Capítulo 2 – É realizada uma revisão bibliográfica sobre os princípios *Lean*, os desperdícios identificados e suas ferramentas. Neste âmbito foi enquadrada a problemática da reabilitação a nível Europeu e Nacional;

Capítulo 3 – É apresentado o caso de estudo e feita a descrição da metodologia adoptada na recolha e análise de dados;

Capítulo 4 – É realizada a descrição do modelo proposto e sua implementação;

Capítulo 5 – É efectuada a análise e discussão dos resultados obtidos da aplicação do modelo na obra;

Capítulo 6 – É avaliado se os objectivos inicialmente propostos para a realização deste trabalho de investigação são alcançados. São ainda expostas as principais limitações à realização do estudo, bem como propostas para a realização de trabalhos de investigação futuros com base nas limitações encontradas;

Capítulo 7 – É apresentada a bibliografia que serviu de base à realização do presente trabalho de investigação.

2 Estado do Conhecimento

2.1 Origem e evolução do pensamento Lean

No início do século XX o modelo de produção industrial seguido era a produção em massa, conseguindo-se, através da utilização de linhas de montagem, baixos custos e elevadas taxas de produção. No início da década de 1920, Henry Ford confrontado com a quebra de vendas do seu Ford T, apercebeu-se dos principais problemas deste tipo de produção (Holweg, 2007):

- Necessidade de grandes *stocks* e consequentemente espaços de armazenamento (aumento dos custos de produção);
- Elevado número de erros na linha de montagem;
- Incapacidade de fazer o produto de acordo com as necessidades e preferências do consumidor.

Estes problemas foram igualmente identificados por Ohno e os restantes engenheiros da Toyota, quando visitaram as fábricas da Ford nos Estados Unidos.

Foi no final da 2ª Guerra Mundial, e subsequente crise financeira, que Ohno criou o *Toyota Production System*(TPS). Com este sistema de produção Ohno tinha como principal objectivo reduzir custos eliminando todas as tarefas que não acrescentassem valor ao produto final (Holweg, 2006).

De forma a suprimir as falhas detectadas no sistema de produção em massa, surge a filosofia *just-in-time* (JIT), com a qual os *stocks* passaram a ser entregues em pequenos lotes de acordo com as necessidades, eliminando assim a necessidade de inventários e o desperdício enquanto possibilitava a alteração de alguns componentes da produção dos veículos consoante as preferências do cliente.

A teoria *Lean* teve origem no *Toyota Production System* (TPS), tendo o termo *Lean* sido proposto por James P. Womack em 1990 no seu livro “*The Machine that Changed the World*”. Os objectivos que fundamentam esta teoria são a eliminação de desperdício ao longo do processo de produção por forma a incrementar o valor do produto final e simultaneamente melhorar a produtividade.

Segundo Womack and Jones (1996), a *Lean Production* consiste em quatro princípios:

- “*Stopping the Line*”, na presença de um erro o trabalhador deve parar a linha, para não permitir a progressão da peça defeituosa;
- “*Pulling Product*”, o produto deve avançar na linha de montagem apenas quando a equipa a jusante estiver pronta para o receber;
- “*One Piece Flow*”, o produto deve ter um fluxo contínuo e ininterrupto;
- “*Synchronize and Align*”, as várias equipas devem trabalhar ao mesmo ritmo e segundo a sequência correcta para rentabilizar a produção;
- “*Transparency*”, é definido por Ballard e Howell (1998) como “*state of the system is made visible to people making decisions throughout the production system*”, o que permite uma descentralização da tomada de decisões.

Estes princípios têm como principal objectivo criar um fluxo contínuo, um produto de valor acrescentado para o consumidor e uma remoção de desperdícios.

2.2 Filosofia *Lean* VS Desperdício

Conforme referido anteriormente uma das premissas da filosofia *Lean* é a eliminação de desperdícios, tornando-se portanto de extrema importância conhecê-los e caracterizá-los. A filosofia *Lean* defende que os desperdícios da produção provêm das actividades que não agregam valor ao produto final. Taiichi Ohno, fundador do TPS, identifica assim sete tipos de desperdícios os quais designa de *Muda*¹:

- **Sobreposição** – significa produção em excesso ou antecipada, isto é, produzir mais do que é pedido pelo cliente ou demasiado cedo. Este princípio advém da definição de sistema *pull*. Produzir apenas aquando da encomenda do cliente. O desrespeito deste princípio trará elevados custos pois empata valor de mão-de-obra e de recursos materiais, originando a necessidade de criação de *stocks* (Peneirol, 2007);
- **Espera** – compreende materiais, equipamentos, informação, ferramentas. Sucede quando existe um período de inactividade a jusante causado pela não entrega atempadamente de um dos antecedentes ou por atrasos no processamento de uma

¹ *Muda* – expressão japonesa que significa desperdício

actividade a montante (Gonçalves, 2009). *Lean* exige que todos os recursos sejam fornecidos segundo os princípios JIT – nem muito cedo, nem muito tarde;

- **Transporte** – trata-se do movimento e transporte desnecessário de materiais ou produtos. Quando imprescindíveis algumas actividades de transporte devem ser reduzidas ao mínimo, tentando otimizar a organização das zonas de trabalho;
- **Excessivo de Movimento** – remete aos movimentos excessivos dos operários ou equipamentos para camuflar a ineficiência (Hicks, 2007). Está intimamente ligado com a má organização do espaço de trabalho, podendo este tipo de desperdício ser resolvido através da reorganização do espaço de trabalho;
- **Processamento que não acrescenta valor** – todas as actividades ao longo do processo produtivo que não acrescentam valor ao produto final, sendo o exemplo mais flagrante o trabalho que tem de ser refeito ou aperfeiçoado. Cada etapa do processo produtivo deverá ser concluída à primeira, sem imperfeições. Como forma de identificar as actividades que não acrescentam valor, poderá recorrer-se à ferramenta do Mapeamento do Fluxo de Valor, explicada detalhadamente mais à frente;
- **Excesso de inventário (stock)** – está relacionado com o desperdício de sobreposição. O inventário deverá chegar única e exclusivamente para satisfazer as exigências do cliente. Ter inventário a mais obriga a um maior empate de capital e ocupa espaço de armazenamento;
- **Defeitos** – defeitos na produção ou em serviços são causadores de desperdício de material sob quatro formas: os materiais são consumidos, a mão-de-obra utilizada não recuperável, mão-de-obra novamente solicitada para repetir/corrigir o trabalho e os recursos necessários sobretudo humanos para responder a eventuais reclamações futuras por parte do cliente (Peneirol, 2007).

Em 2004 Koskela e Bertelsen sugerem um novo desperdício não identificado pelo *Muda*, designado de “*making-do*”. Este desperdício está relacionado com o facto de se iniciarem as actividades sem que estejam garantidos os meios e recursos necessários à sua realização.

Consequentemente surgem interrupções no fluxo da actividade.

2.3 *Lean Construction*

A indústria da construção é uma indústria milenar que tem evoluído ao longo dos anos, não conseguindo contudo libertar-se dos problemas identificados desde a sua génese: baixa produtividade, falta de segurança, fracas condições de trabalho e qualidade insuficiente.

Ao longo de décadas a indústria da construção tem olhado para a indústria da manufactura em busca de soluções para minimizar esses problemas, são exemplo disso a industrialização (pré-fabricação e modulação), integração computadorizada e automação (Koskela, 1992).

Assim sendo, não será de estranhar que também o sistema de gestão *Lean* tenha sido importado da manufactura. A *Lean Construction* é assim a abordagem da teoria *Lean* por parte do sector da construção. Desde o seu aparecimento há cerca de duas décadas, tem evoluído com identidade própria, seguindo um caminho particular actualmente sem definição unânime, mas que à semelhança de outras indústrias com as ideias *Lean*, pretende obter melhorias na produtividade e bons resultados económicos, aumentando o valor para o cliente e em simultâneo lucro para a empresa.

A filosofia *Lean Construction* foi pela primeira vez referenciada por Lauri Koskela em 1992, o qual baseado na definição de *Lean Production/Lean Thinking* de Womack *et al* (1990) enumerou 11 princípios heurísticos que definem a *Lean Construction* e que têm desde então servido de base a diversos estudos.

Estes onze princípios são:

- 1º. Reduzir a percentagem das actividades que não agregam valor – compreende a eliminação de desperdício.
- 2º. Aumentar o valor do produto final recorrendo à análise sistemática nas necessidades do cliente – para cada actividade ao longo do processo existem dois tipos de cliente, a actividade seguinte e o cliente final. Na prática este princípio implica o mapeamento de todo o processo para que o cliente seja identificado sistematicamente ao longo de todo o processo bem como os seus requisitos.
- 3º. Reduzir a variabilidade – existem três tipos de variabilidade aqui contemplados por Koskela. O primeiro relacionado com a ponto de vista do cliente, ao olhos do qual um produto uniforme é melhor; o segundo associado ao tempo das actividades em

que o aumento da variabilidade aumenta a duração das actividades não aumentando porem o valor acrescentado da mesma; o terceiro associado ao fluxo do processo, em que reduzindo a variabilidade, reduz a incerteza e aumenta a previsibilidade. Na prática a variabilidade pode ser reduzida através da padronização de processos, garantindo assim que as actividades são realizadas da mesma forma, ou através da utilização de dispositivos à prova de erro (“*Poka-Yoke*²”) ao longo do processo.

- 4º. Reduzir tempo de ciclo (*Lead Time*) – refere-se ao tempo necessário para que uma peça atravesse um fluxo, e é composto pelo somatório dos tempos de processamento, inspecção, espera e transporte, sendo que a sua redução passa pela minimização das últimas três parcelas. A redução do tempo de ciclo tem como consequências positivas:
- Entrega mais rápida ao cliente;
 - Redução da necessidade de elaboração de relatórios sobre procura futura;
 - Decréscimo da vulnerabilidade do processo produtivo relativamente ao pedido de alterações por parte do cliente;
 - Gestão dos processos mais fácil, uma vez que os lotes são menores e portanto existem menos pedidos do cliente para acompanhar em simultâneo.
- 5º. Simplificar através da redução de passos, partes e ligações – a simplificação pode ser realizada quer eliminando as tarefas que não agregam valor, quer reconfigurando os passos ou partes do processo que agregam valor.
- 6º. Aumentar a flexibilidade do resultado final – refere-se à capacidade de alterar o produto final de acordo com os requisitos impostos pelo cliente, minimizando ao máximo o aumento dos custos. Na prática isto pode ser conseguido através da redução do tamanho dos lotes, da redução do tempo dos ciclos, da procura pela personalização do produto o mais tarde possível no processo e da formação da mão-de-obra tornando-a polivalente na resposta às mudanças na procura (Koskela, 1992, citando: Stalk e Hout, 1989 e Child e Deiderichs, 1991).
- 7º. Aumentar a transparência do processo – tornar o processo transparente facilita o controlo e motiva a busca de melhorias por parte dos intervenientes enquanto diminui a propensão para ocorrência de erros. Na prática isto pode ser alcançado

² *Poka-Yoke* – expressão de origem Japonesa que significa à “prova de erro”

através da colocação no local de trabalho de dispositivos e indicadores que facilitam a visualização da informação, bem como a aplicação de programas de melhoria da organização e limpeza dos espaços como o 5S (Gonçalves, 2009, citando Koskela, 2000).

- 8º. Focar o controlo no processo global – a optimização do fluxo global do processo é conseguida através da atribuição de autonomia às unidades de produção e do estabelecimento de uma relação cooperativa com os fornecedores a longo prazo (Peneirol, 2007).
- 9º. Melhoria contínua do processo – prende-se com a redução dos desperdícios e aumento de valor para o cliente final, os quais devem ser alcançados de forma contínua. Existem alguns métodos auxiliares para a institucionalização da melhoria contínua, como o estabelecimento de metas ou objectivos para cada funcionário, premiando o seu cumprimento.
- 10º. Manter o equilíbrio entre as melhorias de fluxo e as melhorias no processo de conversão – um fluxo melhorado requer menos investimento de equipamento e permite controlar mais facilmente a implementação de tecnologia de conversão (Peneirol, 2007).
- 11º. *Benchmark* – pressupõe a comparação das práticas de processamento da empresa e das melhores práticas conhecidas até ao momento para empresas similares, na busca da melhoria contínua.

Já em 2000, Koskela (2000a) realizou um relatório em que descreve a produção *Lean* numa perspectiva de fluxo, em que a ideia base é a eliminação de desperdícios relativos aos processos do fluxo, particularmente a redução do tempo de processamento, redução da variabilidade e simplificação dos processos. Segundo Koskela não deverá perder-se igualmente a perspectiva da geração de valor para o cliente.

No mesmo estudo, Koskela refere que um dos principais problemas da construção tradicional é a análise dos problemas de forma isolada, tentando encontrar soluções singulares. Koskela propõe então que o processo da construção seja visto como um conjunto de fluxos, seguindo o exemplo da fabricação.

Para dinamizar o estudo do paradigma da *Lean Construction*, foi criado em 1993 o *IGLC – Internacional Group for Lean Construction*, sob coordenação de Howell e Ballard.

Este grupo, constituído por profissionais e investigadores no domínio da arquitectura, engenharia e construção, reúne-se anualmente para discutir os avanços desse novo paradigma para o sistema de Gestão da Produção no sector da Construção Civil (Conte, 1998).

2.4 Ferramentas e Metodologias de Aplicação *Lean*

Neste capítulo serão mencionadas algumas ferramentas e técnicas de aplicação *Lean* bem como o modo como podem ser aplicadas.

2.4.1 Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV)

O MFV é uma ferramenta de visualização frequentemente utilizada em qualquer sistema de implementação *Lean* que tem como objectivo a eliminação das tarefas que não agregam valor ao sistema de produção.

O MFV é um método evolutivo composto por cinco fases principais. Inicia-se com a escolha do processo que se pretende otimizar, seguindo-se a elaboração do mapeamento do estado actual de fluxo de valor. Numa terceira fase procede-se à análise do mapeamento do estado actual, identificando os pontos que não agregam valor e propondo as alterações necessárias para suprimir os aspectos negativos encontrados. Na quarta fase procede-se à elaboração do mapeamento futuro de fluxo de valor, o qual servirá de base para a implementação das alterações propostas. Por último, são implementadas as propostas, concluindo-se o processo e verificando-se as alterações realizadas (Abdulmalek e Rajgopal, 2007).

O processo de realização do MFV encontra-se esquematizado na Figura 2.

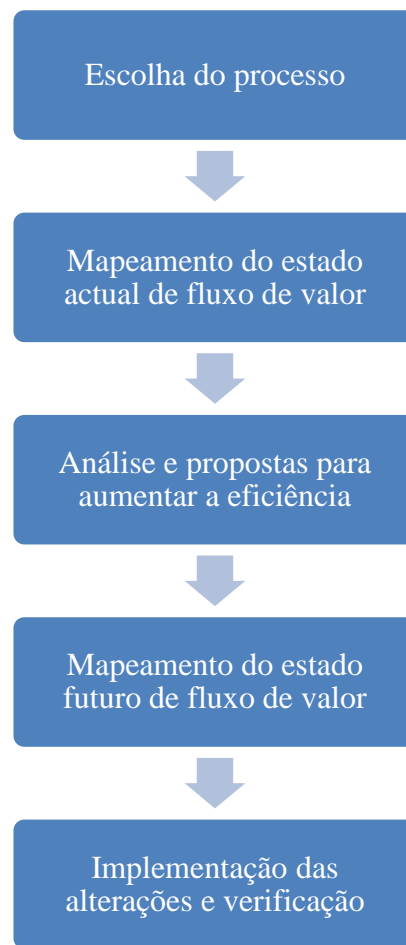


Figura 2- Processo de Mapeamento do Fluxo de Valor

2.4.2 5S

O 5S é uma ferramenta de trabalho que visa a organização e padronização do espaço. É fundamentada em cinco princípios, traduzidos por cinco palavras japonesas todas começadas por “s”, daí a sua designação (Womack e Jones, 1996). Os 5 princípios desta metodologia vêm ilustrados na Figura 3 e são:

- *Seiri* (senso de utilização) – Refere-se à prática de verificar todas as ferramentas e materiais existentes no local de trabalho, retirando todas aquelas que não são necessárias à realização da tarefa em curso, diminuindo assim a quantidade de obstáculos no local de trabalho.
- *Seiton* (senso de organização) – Reporta à necessidade de um espaço de trabalho organizado. Neste sentido, a organização diz respeito à disposição das ferramentas,

equipamentos e materiais, próximo do local onde se vai realizar a tarefa, por forma a evitar movimentos desnecessários.

- *Seiso* (senso de limpeza) – Designa a necessidade de manter o local de trabalho o mais limpo possível. O foco deste procedimento é tornar a limpeza parte integrante do trabalho diário e não uma actividade ocasional.
- *Seiketsu* (senso de padronização) – Significa padronizar as práticas de trabalho e organização do espaço, respeitando as regras anteriormente estabelecidas.
- *Shitsuke* (senso de autodisciplina) – Refere-se à manutenção das quatro regras anteriores. Uma vez implementadas, estas devem ser encaradas como uma nova maneira de trabalhar, não permitindo o regresso às práticas antigas e devendo ser revistas sempre que surja uma melhoria.



Figura 3- Metodologia 5S

2.4.3 Kanban

Kanban é uma palavra de origem japonesa que significa “cartão”. *Kanban* é um dos sistemas mais simples de controlo de operações que se conhece e está entre um dos sistemas primários do TPS. O *Kanban* tem a função de controlar a quantidade e altura necessária de entrega de produtos (Junior e Filho, 2010). O funcionamento básico desta ferramenta consiste na criação de um sistema de cartões que sinaliza a necessidade de encomenda de material.

Na *Lean Construction* esta ferramenta é utilizada não só para a encomenda de materiais mas também para a colocação dos mesmos no local certo na hora certa (Sacks *et al*, 2009). O sistema de cartões pode ainda ser substituído por outro tipo de sinalização, como caixotes vazios, ou pontos demarcados.

2.4.4 Last Planner

O *Last Planner* surgiu em 1992 pela mão de Glenn Ballard e desde então não parou de evoluir, sendo actualmente uma das aplicações mais comuns do sistema *Lean Construction*. Inicialmente o objectivo era a melhoria da qualidade do planeamento semanal, o qual foi alterado a dada altura focando-se depois na confiabilidade do fluxo de produção (Ballard, 2000). O *Last Planner* permite realizar um planeamento de curto e médio prazo dada a sua flexibilidade e o seu método de funcionamento prende-se com a garantia de que todos os pré-requisitos para a realização de uma determinada actividade estão garantidos mesmo antes do início da mesma, por forma que a sua execução decorra normalmente sem percalços.

2.4.5 Percentagem de Planeamento Concluído (PPC)

Segundo Ballard (1994) o PPC é um indicador que se traduz no quociente entre o número de actividades efectivamente realizadas e o número de actividades planeadas. Este indicador é habitualmente expresso em percentagem conforme apresentado na seguinte equação:

$$PPC = \frac{n^{\circ} \text{ de actividades concluidas}}{n^{\circ} \text{ de actividades planeadas}} \times 100 (\%)$$

Assim sendo, assumindo um planeamento rigoroso, um PPC elevado corresponde a fazer um melhor trabalho com os recursos disponíveis, isto é, maior produtividade. O ideal será portanto um PPC com um valor de 100%, já que valores inferiores são sinónimo de falhas no planeamento.

2.4.6 Mapa de Irregularidades

Esta ferramenta surge como consequência do *Last Planner* e para suprimir uma falha do PPC, que apenas avalia a percentagem do planeamento concluída sem se preocupar em determinar a causa desse incumprimento.

O Mapa de Irregularidades é uma adaptação simplificada do mapa de falhas apresentado por Mendonça (2009) e tem como objectivo principal fazer um registo da causa de incumprimento de cada actividade para que possa posteriormente ser discutida e analisada e para que se possam tomar as medidas necessárias para que a mesma causa de incumprimento não volte a surgir. O mapa é constituído por cinco colunas, sendo que nas duas primeiras é indicado o número da actividade correspondente ao planeamento assim como a sua descrição, respectivamente. Nas colunas seguintes são indicadas as falhas detectadas e a consequência em termos de tempo de atraso dessa falha. Por último, na quinta coluna deverão ser apresentadas soluções para suprimir as falhas ocorridas.

2.4.7 Kaizen

Kaizen é uma palavra de origem japonesa que significa melhoria contínua. Segundo Lyu (1996) o mecanismo básico da abordagem da filosofia *kaizen* assenta no ciclo PDCA (Plan-Do-Check-Act) e a renovação de um novo ciclo pode sempre trazer melhorias na procura da perfeição. Estas melhorias podem envolver pessoas, equipamentos ou materiais.

Este processo é exemplificado na Figura 4.

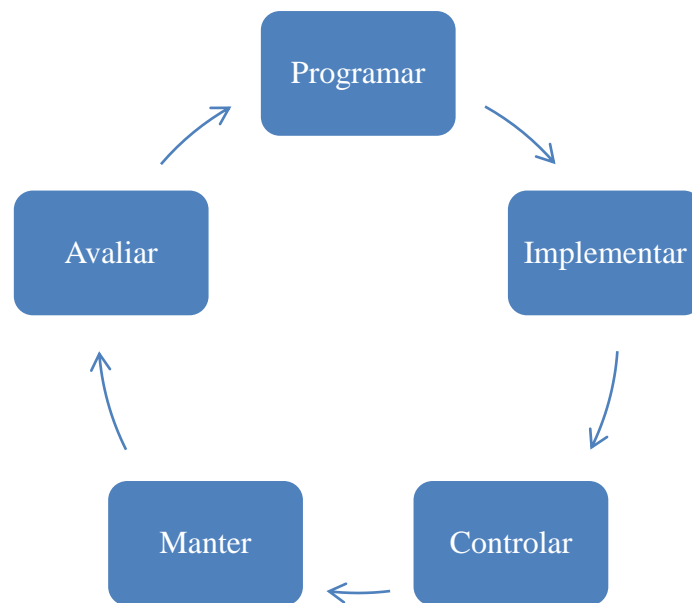


Figura 4 – Ciclo *Kaizen*

2.4.8 JIT

O conceito JIT surgiu na Toyota nos anos 70 constituindo-se num dos pilares do TPS. Esta metodologia surgiu com o intuito de regular as entregas de materiais por parte dos fornecedores, passando estas a ser efectuadas na quantidade certa, no tempo certo e resultando na redução drástica de stocks (Vrijhoef e Koskela, 2000). O JIT associado à *Lean Construction*, apesar de assente no mesmo sistema de “puxar” a produção, difere ligeiramente do conceito original, dadas as várias variáveis existentes na indústria da construção, nomeadamente a sua complexidade, o grau de incerteza, a falta de padronização e o elevado número de intervenientes.

Segundo Vrijhoef e Koskela (2000) existem quatro práticas que devem ser utilizadas nas cadeias de abastecimento da indústria da construção, por forma a facilitar o uso do JIT. São elas:

- Melhorar a articulação entre as actividades a decorrer em obra e os fornecedores – tradicionalmente o fornecimento de materiais centra-se nas actividades a decorrer em obra. A cooperação entre fornecedores e empreiteiros deve ser fomentada tendo em vista a melhoria do fluxo total de materiais;

- Melhoria contínua da cadeia de abastecimento – devem ser realizados MFV das diversas cadeias de abastecimento, por forma a identificar potenciais melhorias;
- Transferir actividades da obra para a cadeia de abastecimento – visa a eliminação de actividades no local da obra, transferindo-as para a cadeia de abastecimento, como por exemplo o recurso à pré-fabricação.
- Integração entre obra e cadeia de abastecimento – centra-se na separação do que é estrutura, do que é acabamentos, adiando assim as decisões para mais tarde, aproximando-as do cliente final. Pretende-se tornar a construção numa série de processos sequenciais mas autónomos entre eles.

2.5 Aplicabilidade dos Conceitos *Lean*

Com o evoluir das relações económicas mundiais cada vez mais globalizadas, as empresas nomeadamente da indústria da construção concorrem nos dias de hoje num ambiente extremamente competitivo. Portugal não é alheio a este fenómeno, e as empresas nacionais têm-se expandido para outros mercados, como África, Europa de Leste, Médio Oriente e América do Sul ao mesmo tempo que vêm chegar ao mercado nacional empresas estrangeiras em busca de novas oportunidades de negócio.

Apesar de ainda com uma fraca expressão na indústria da construção nacional, os conceitos *Lean* têm vindo, nos últimos anos, a ganhar interesse por parte da indústria, tendo já sido realizadas algumas parcerias entre empresas e instituições de ensino (caso da presente dissertação), precisamente na tentativa de suprimir as restrições dos métodos de produção tradicionais, aumentando a competitividade.

Conforme apresentado por Melton (2005) a aplicação dos conceitos *Lean* transmite ao processo produtivo vários benefícios, sendo os principais identificados na Figura 5.

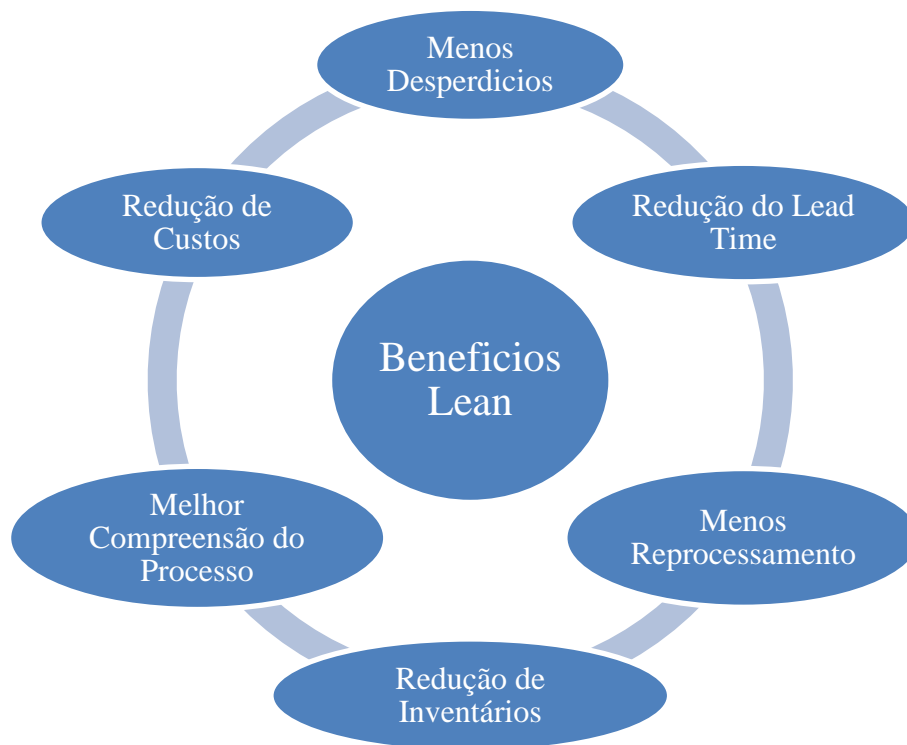


Figura 5 – Benefícios da aplicação dos conceitos *Lean* (adaptado de Melton, 2005)

Existem, no entanto algumas resistências à implementação dos conceitos *Lean* por parte das empresas. Este facto já foi referenciado por diversos autores, como, por exemplo, Koskela (1992) que no relatório técnico CIFE fala da aplicação dos conceitos *Lean* na indústria da construção apresenta como principais barreiras à sua implementação, as seguintes:

- Casos de estudo experimentais realizados em indústrias substancialmente diferentes da indústria da construção;
- O facto de a competição internacional não ser um factor determinante nesta indústria, ao invés do que acontece noutras indústrias, como por exemplo na indústria automóvel;
- Resposta tardia por parte das instituições académicas.

Outras barreiras foram posteriormente apontadas por Alarcón *et al.* (2005):

- Falta de tempo para trabalhar na sua implementação;
- Falta de formação de todos os intervenientes acerca dos novos métodos;
- Estrutura organizacional insuficiente para proceder a uma correcta implementação;
- Falta de auto-crítica, o que limita a aprendizagem com os erros.

2.6 Reabilitação – Contexto Europeu

“O termo “reabilitação”, hoje tão em voga mas ainda tão incompreendido em Portugal, que gradualmente começara a surgir no discurso da conservação patrimonial no fim dos anos 60, consagrou-se através desta *Declaração de Amesterdão*. Aplicado a um edifício, o termo “Reabilitação” articula o objectivo da recuperação dos valores preexistentes numa dada edificação histórica (ou não) com a sua beneficiação geral (melhoria das redes, aproximação a níveis de desempenho actuais). A “Reabilitação” surge como uma possibilidade concreta de reutilizar as arquitecturas, a estrutura e os elementos construtivos dos edifícios antigos, adaptando-os a necessidades e exigências de uso contemporâneas, mas evitando ao máximo a perda dos seus valores estéticos, históricos arquitectónicos e urbanísticos essenciais” (Paiva *et al.*, 2006).

2.6.1 Enquadramento Histórico

Após a Segunda Guerra Mundial da década de 40, surgiu uma grande necessidade de reconstrução de diversas cidades europeias que tinham sido sistematicamente fustigadas pelos bombardeamentos aéreos. Assim sendo, optou-se pela demolição das áreas urbanas semi-destruídas e a rápida urbanização de novas áreas periféricas, criando assim novas zonas habitacionais geralmente com uma fraca qualidade de projecto e construtiva. Na prática esta opção provocou profundas alterações funcionais e morfológicas, alterando o traçado e morfologia urbana, substituindo o existente por soluções novas, cedendo muitas vezes à especulação imobiliária (Paiva *et al.*, 2006).

No entanto, no final da década de 60 inicio da década de 70 do século XX, com a crise do petróleo e a consciencialização por parte dos países ocidentais de que os recursos naturais são finitos, foram crescendo gradualmente em toda a Europa políticas de requalificação urbana nas áreas centrais e antigas das cidades abandonando assim a postura adoptada no “pós guerra”.

Após algumas experiências iniciais ocorridas um pouco por toda a Europa em que estas intervenções negligenciavam outros factores como a realidade socioeconómica e cultural do local, como, por exemplo, em Paris, citando (Paiva *et al.*, 2006) – “no bairro, agora

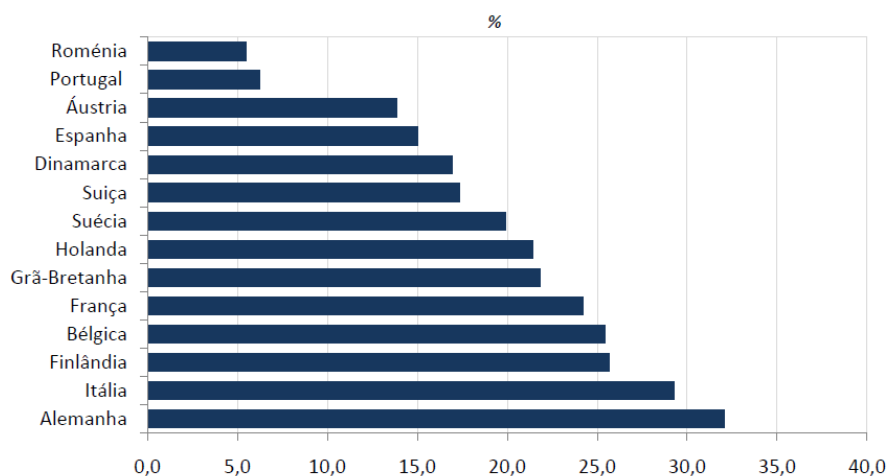
prestigiado, de Le Marais, resultaram em processos de grave injustiça social (“*gentrification*”), ao promoverem a expulsão sistemática das populações residentes e a sua substituição por novos estratos socioeconómicos capazes de responder ao surto especulativo provocado.” chegamos aos dias de hoje com o novo conceito de reabilitação, que se assume como “uma nova política de requalificação das urbes existentes onde se insere um conjunto de acções coerentes e orquestradas, destinadas a potenciar os valores socioeconómicos, ambientais e funcionais de determinadas áreas urbanas, e a, consequentemente, elevar de forma significativa a qualidade de vida das populações residentes.” (Paiva *et al.*, 2006)

2.6.2 Estado Actual

No contexto Europeu a reabilitação apresenta-se nos dias de hoje como um importante motor do sector da construção, tendo o mercado da reabilitação de edifícios residenciais, segundo dados da FIEC (Federação da Indústria Europeia da Construção), representado em média no período de 2006 a 2009, cerca de 23% da produção total da construção num conjunto de 14 países³, correspondendo em 2009 um valor de 263,2 mil milhões de euros.

Dentro deste grupo de países existem grandes discrepâncias em termos de representatividade deste tipo de trabalho no total da construção, sendo que no topo deste ranking se encontra a Alemanha com cerca de 32% do total, seguindo-se a Itália e a Finlândia com 29% e 26% respectivamente. Em contraponto aparece Portugal com 6,2% do total, aparecendo abaixo deste valor apenas a Roménia. Estes valores são apresentados seguidamente na Figura 6 retirada de Afonso *et al.* (2009).

³ Grupo constituído por: Alemanha, Espanha, Grã-Bretanha, França, Itália, Holanda, Áustria, Bélgica, Dinamarca, Finlândia, Suécia, Portugal, Roménia e Suíça.



Fonte: FIEC, AECOPS

Figura 6 - Peso da Reabilitação Residencial na Produção Total da Construção, 2009 (fonte: FIEC, AECOPS)

Os dados apresentados na figura salientam o forte potencial de crescimento do mercado da reabilitação nos próximos anos em Portugal.

2.7 Reabilitação – Contexto Português

2.7.1 Enquadramento Histórico

Em parte por não ter estado no centro da Segunda Guerra Mundial e ter, por conseguinte, escapado à devastação verificada em outros Países Europeus, Portugal despertou mais tarde para a problemática da reabilitação. Apesar de existir no país há já vários anos uma prática de restauro, esta concentrava-se apenas em monumentos de inquestionável importância histórica, raramente estendendo-se esta preocupação ao património urbano.

Durante o Estado Novo⁴, seguindo uma linguagem arquitectónica “de regime” desenvolveram-se iniciativas de restauro em monumentos nacionais e edifícios com relevância histórica, a maioria das quais desajustadas, assentes na eliminação de contribuições artísticas de outras épocas históricas consideradas de importância inferior substituindo-as por outras mas com manifesta falta de rigor histórico e arquitectónico (Paiva *et al.*, 2006).

⁴ Estado Novo – nome do regime político autoritário e corporativista de Estado que vigorou em Portugal durante 41 anos de 1933 a 1974, tendo sido derrubado pela Revolução do 25 de Abril.

Após a Revolução de Abril, o conceito de reabilitação em Portugal começou a aproximar-se mais do conceito Europeu ganhando também uma dimensão social e funcional.

Na prática, isto concretizou-se nas décadas de 80 e 90 com a criação de programas de incentivo e financiamento à reabilitação urbana, mas que se manifestaram insuficientes e a desajustados, não tendo tido muita adesão por parte dos proprietários. Tal deveu-se, em parte, às políticas governamentais levadas a cabo, que privilegiavam a construção e compra de novas habitações.

2.7.2 Estado actual

Actualmente assiste-se a uma mudança das políticas governamentais, seguindo estas no sentido da conservação e reabilitação do património edificado existente. Contudo Portugal despertou tarde para o problema da conservação do património edificado. De acordo com os dados disponíveis à data de 2008 o stock habitacional existente cifrava-se nos 854 milhões de m², dos quais mais de 295 milhões de m² apresentavam carência de intervenção, representando este valor cerca de 34% dos edifícios habitacionais, sendo que destes 14% necessitam de grandes reparações, 27% reparações médias e 59% pequenas reparações, conforme apresentado na Figura 7.

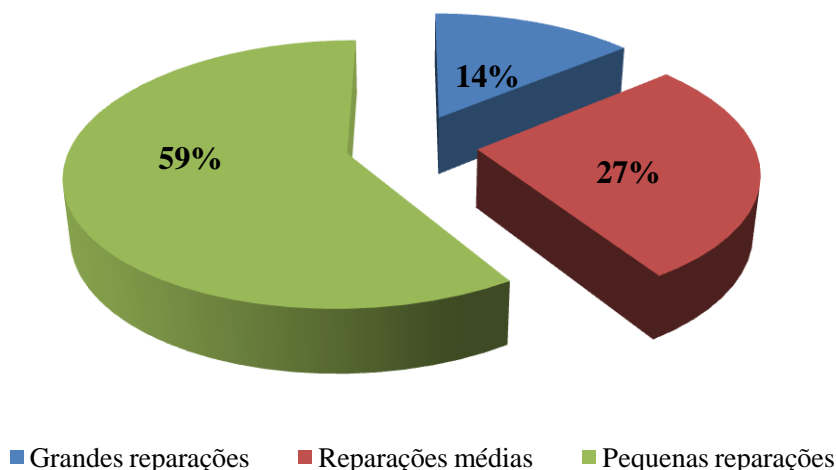


Figura 7 - Gráfico de Necessidades de reparação de edifícios habitacionais (adaptado de Afonso *et al.*, 2009)

Relativamente aos edifícios não residenciais, os dados são mais escassos uma vez que não existem informações cadastrais deste tipo de construções. No que diz respeito aos edifícios não residenciais públicos, está agora a ser realizado esse estudo, estando a sua conclusão prevista para 2012. Já no que concerne aos edifícios não residenciais privados, os dados disponíveis indicam que 58% não apresentam necessidades de reparação, 38% apresentam necessidade de reparação e 4% apresentam-se muito degradados, conforme demonstrado na Figura 8.

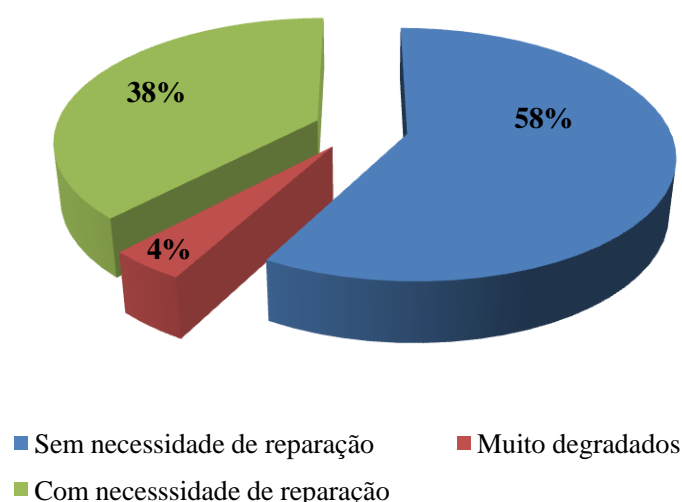


Figura 8 - Necessidades de reparação de edifícios não habitacionais (adaptado de Afonso *et al.*, 2009)

2.8 Visão para o Futuro

Seguindo a tendência actual de abrandamento da construção nova e se forem criadas as condições necessárias de dinamização do mercado, dados apresentados pela AECOPS em 2009, no seu relatório sobre o mercado da reabilitação em Portugal (Afonso, 2009) indicam que os trabalhos de reabilitação deverão ter um crescimento bastante acentuado chegando em 2030 a representar cerca de 45% do valor da produção da indústria da construção em Portugal. Este valor contempla não só trabalhos de reabilitação de edifícios residenciais e não residenciais como também trabalhos de reabilitação de património monumental, infra-estruturas e trabalhos de melhoria da eficiência energética. Na Figura 9 são apresentados os valores referentes à representatividade de cada um destes no mercado da reabilitação.

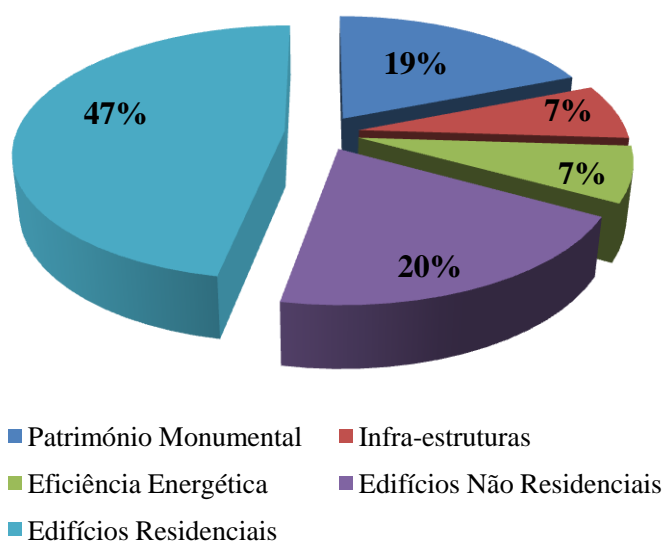


Figura 9 - Valores dos diversos tipos de trabalhos dentro do mercado de reabilitação previstos para 2030 (adaptado de Afonso, 2009).

Como se pode verificar da informação contida na figura acima, a reabilitação de edifícios residências poderá vir a representar 47% dos trabalhos de reabilitação.

Para que esta previsão se verifique é necessário que seja esta a opção política a tomar, traduzindo-se na prática num pacote de medidas sendo a mais importante a revisão da Lei das Rendas, tornando assim compensatório para os proprietários a reabilitação dos seus imóveis o que para além de dinamizar o sector terá um impacto directo também ao nível do turismo e no que concerne ao bem-estar das populações, evitando a desertificação dos centros históricos.

2.9 Simbiose entre *Lean* e Reabilitação

Segundo Howell (1999) “a *lean construction* baseia-se em princípios de gestão da produção, que é a essência da construção. O resultado é um novo sistema de entrega de projecto que pode ser aplicado a qualquer tipo de construção, mas que é particularmente adequado para projectos de elevada complexidade, com elevado grau de incerteza e com apertado prazo de execução.”

Por outro lado, aos já identificados problemas que estão na génese da construção em geral (baixa produtividade, falta de segurança, fracas condições de trabalho e qualidade insuficiente) a reabilitação acrescenta mais alguns (Pimentel e Martins, 2005):

- Falta de mão-de-obra tecnicamente adequada, por insuficiente formação dos operários especializados em conservação e reabilitação;
- Insuficiente conhecimento de técnicas e materiais de construção tradicionais, em parte provocado pelo abandono das mesmas;
- Levantamentos, inventários e registos do património urbano de fraca qualidade ou mesmo inexistente em alguns casos, o que aumenta o grau de incerteza na intervenção necessária.
- Intervenções realizadas ao longo dos anos que foram alterando a tipologia dos edifícios e não foram inventariadas, tornando assim mais difícil a previsão do que realmente se encontra no local a intervencionar.
- Os locais a intervencionar são muitas vezes localizados em centros históricos com acessos bastante limitados e inexistência de local para estaleiro.

Fica assim claro que, dadas as problemáticas acrescidas de uma obra de reabilitação, esta torna-se um campo propício e desafiante para testar as potencialidades do paradigma *Lean*.

3 Metodologia de Recolha e Análise de dados e Descrição do Caso de Estudo

3.1 Introdução

O presente trabalho tem por objectivo testar a aplicabilidade dos conceitos *lean* em obras de reabilitação. Para o efeito, foi estabelecida uma parceria com uma empresa do sector da construção em Portugal, a Soares da Costa Construções S.A. (SDC), com o intuito de desenvolver a parte prática deste trabalho de investigação numa das suas obras.

O estudo foi realizado numa obra de reabilitação de um edifício histórico em Cascais, nomeadamente a Cidadela de Cascais. A obra consiste na requalificação de todo o edificado existente no interior do perímetro da muralha, adaptando-o a Pousada de Portugal.

O levantamento de dados teve por base quatro processos chave:

- Análise documental;
- Observação directa;
- Reuniões em obra;
- Reuniões nos escritórios da SDC em Lisboa com recurso a um guião de entrevistas.

Os três primeiros pontos, permitiram a caracterização da obra, a percepção do seu funcionamento geral bem como a observação dos diversos tipos de trabalhos a decorrerem simultaneamente nas diversas frentes de obra. As reuniões realizadas nos escritórios da empresa a elementos identificados como chave no seio da mesma, permitiram apurar se os dados recolhidos em obra representavam práticas comuns da empresa ou não.

O guião de entrevistas é composto por duas partes, sendo a primeira referente ao levantamento de informações respeitantes às obras da SDC em geral e a segunda parte referente especificamente ao levantamento de informações respeitantes à obra da Cidadela de Cascais.

O guião de entrevistas é apresentado no Anexo II.

3.2 Metodologia de recolha de dados

A metodologia utilizada para efectuar a recolha de dados alicerçou-se em quatro processos, análise documental, observação directa, reuniões em obra e reuniões nos escritórios da empresa, tendo estas últimas sido realizadas com o auxílio de um guião de entrevistas. Para uma melhor compreensão, cada um destes processos será explicado mais detalhadamente de seguida.

3.2.1 Análise documental

A análise documental da obra possibilitou uma melhor compreensão do funcionamento da obra em geral. A informação recolhida foi retirada essencialmente da seguinte documentação:

- Memória descritiva e justificativa da obra;
- O planeamento e respectivos balizamentos;
- Planta geral da obra;
- Planta de estaleiro;
- Plano de gestão ambiental;
- Plano de qualidade.

3.2.2 Observação directa

A observação directa materializou-se na forma de diversas visitas à obra no intuito de perceber melhor o seu funcionamento, como era organizado o estaleiro, os procedimentos associados ao armazenamento dos materiais e equipamentos, ao reencaminhamento dos resíduos nas diversas frentes de trabalho e como era feita a interacção entre todos os intervenientes da obra.

Numa fase posterior estas visitas centraram-se na observação dos processos contemplados no modelo proposto, como forma de auxílio na ilustração do seu MFV actual.

3.2.3 Reuniões em obra

Aquando das visitas à obra foram realizadas diversas reuniões com responsáveis quer da parte do empreiteiro geral (SDC) quer da parte de alguns subempreiteiros, nomeadamente:

- A Directora de Obra;
- O Técnico de Construção Civil;
- O Encarregado Cimenteiro;
- A Técnica de Segurança e Saúde;
- O Engenheiro Adjunto;
- Um chefe de Equipa de um subempreiteiro de Pladur;
- Um chefe de Equipa de um subempreiteiro de Cofragem.

Através destas reuniões, em paralelo com a observação directa, foram assimilados certos procedimentos, como a limpeza/organização do estaleiro e da obra em geral, a recolha, separação e encaminhamento de resíduos, a gestão das subempreitadas, equipamentos e inventários, as entregas e armazenamento de materiais, o processo de cofragem/descofragem, o processo de execução da empreitada de Pladur, entre outros.

3.2.4 Reuniões nos escritórios da SDC

Estas reuniões foram realizadas nos escritórios da SDC em Lisboa, com quadros superiores da empresa que se considerou terem uma visão privilegiada de todo o departamento de produção da empresa. Foram, então, realizadas reuniões com o Director Técnico Geral da SDC e com o Director Geral da Zona Sul da SDC, com o intuito de recolher informação sobre as práticas comuns na empresa. Durante a realização das reuniões, estas foram sendo conduzidas com o recurso a um guião de entrevista, explicado seguidamente e apresentado em anexo.

O guião de entrevista é um instrumento para a recolha de informações, sob a forma de texto, servindo de base à realização da entrevista propriamente dita. O guião é constituído por um conjunto (ordenado ou não) de questões abertas (resposta livre), semi-aberta (parte da resposta fixa e outra livre) ou fechada (resposta fixa). Deve incluir um texto inicial que

apresenta a entrevista e os seus objectivos ao entrevistado. Pode ainda conter notações que auxiliam a condução da entrevista (palavras-chave de resposta, questões para aprofundamento, etc. A estrutura deste guião é constituída por três partes:

- Introdução: Breve descrição acerca do âmbito da entrevista.
- Corpo: Esta secção encontra-se dividida em duas partes, sendo uma referente às obras da empresa em geral e outra referente à obra em estudo especificamente.
- Anexos: Nesta secção encontram-se tabelas que auxiliam o guião de entrevistas por forma a facilitar a interpretação das perguntas por parte dos respondentes.

3.3 Caracterização da obra – Caso de estudo

A obra em estudo trata da requalificação e conversão numa Pousada de Portugal do Complexo Fortificado da Cidadela de Cascais, situada no concelho e freguesia de Cascais.

A obra destina-se a fins turísticos e culturais, estando implantada numa área total de construção de 13.560m² e uma volumetria de edificação de 40.332m³. O Dono de Obra é o Pestana Cidadela – Investimento Turístico, S.A. A consignação da empreitada data do dia 25 de Maio de 2010 tendo um prazo de conclusão de 18 meses. O projecto é composto por três tipos de intervenção: conservação, ampliação e construção.

A obra é assim constituída por vários grupos de edifícios a intervencionar, bem como toda a envolvente exterior dentro da muralha. Os edifícios a reabilitar serão A, B, C, H, I, J e

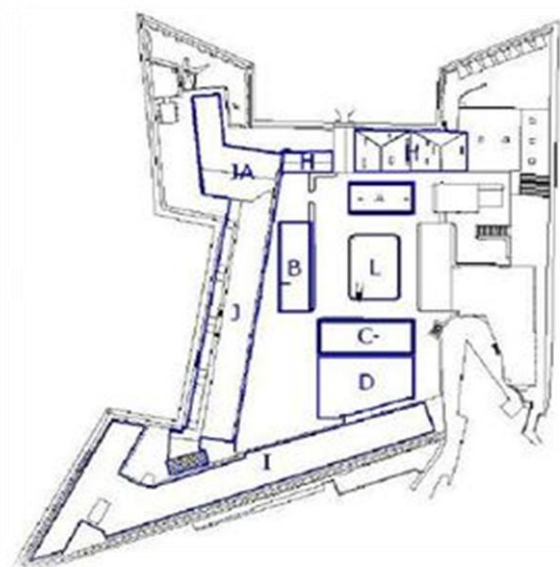


Figura 10 - Vista aérea da localização da obra
(fonte: Google Earth)



Figura 11 - Esquema da implantação da obra
(fonte: MD da SDC)

L e o edifício D e um anexo ao edifício I serão demolidos e reconstruídos. Na Figura 10 é visível a planta de localização dos edifícios dentro do complexo fortificado e na Figura 11 a localização da obra.

Trata-se do caso de estudo ideal para o trabalho que se pretende desenvolver devido à sua abrangência, uma vez que pela sua dimensão apresenta características de uma obra à escala do quarteirão onde há construção nova, ampliação dos edifícios existentes e conservação dos mesmos, tudo isto tendo em vista uma questão que ocorre em grande parte das obras de reabilitação, a alteração do uso dos edifícios. Tratando-se de um complexo fortificado, apresenta igualmente limitações espaciais representativas de um qualquer centro histórico, sendo a principal as acessibilidades, sendo neste caso o maior constrangimento a existência de um único ponto de acesso não sendo possível adaptar as suas dimensões às exigências actuais bem como os arruamentos de acesso a alguns dos edifícios.

Aquando da realização deste trabalho de investigação, entre Novembro de 2010 e Janeiro de 2011, as principais frentes de trabalho encontravam-se a laborar na reabilitação e ampliação dos edifícios I e J, sendo as actividades que apresentavam maior volume de trabalho a colocação de Pladur, cofragem e armação de ferro. Outra frente de trabalho encontrava-se a laborar na construção do edifício D, dado que se optou pela demolição do edifício aí existente anteriormente, uma vez que segundo os responsáveis da obra se tratava de uma construção recente datada dos anos 80, sem grande valor arquitectónico e que não se enquadrava na utilização pretendida para o espaço.

4 Desenvolvimento do Modelo Proposto

4.1 Introdução

Após o estudo dos conceitos *Lean* e da compreensão do funcionamento geral da obra, procedeu-se à elaboração de um modelo com propostas de melhoria de alguns processos em decurso naquela fase da obra, bem como propostas de melhoria ao planeamento e à preparação de obra. Pretende-se com isto, recorrendo à filosofia *Lean*, propor alterações que visam a melhoria de alguns processos em obra, na busca da sua optimização, reduzindo assim os desperdícios, o tempo, optimizando os recursos e consequentemente reduzir custos.

Através da apresentação de um modelo, pretende-se analisar os benefícios que o paradigma *Lean* pode trazer quando aplicado ao sector da construção das obras de reabilitação.

Para o desenvolvimento do modelo proposto assumiu particular importância o recurso à ferramenta *Lean* do MFV, por forma a obter uma melhor visualização dos diversos processos em análise.

4.2 Elaboração e descrição do Modelo Proposto

O modelo proposto propõe-se introduzir os princípios *Lean* em obras de reabilitação, e na génese do seu desenvolvimento estão a sequência de etapas que compõem o processo do MFV. Assim sendo, o modelo é elaborado segundo cinco etapas, apresentadas na figura 12 e enumeradas de seguida.

A primeira etapa concerne à identificação do processo que será sujeito à implementação de propostas de melhoria. No presente caso de estudo procurou-se identificar quais os processos e/ou produtos que representam maior volume de trabalho e/ou maior volume de negócio ou ainda os que são responsáveis por uma produção significativa de desperdícios.

A segunda etapa prende-se com a elaboração do mapa de fluxo de valor actual de cada um dos processos que envolvem os produtos anteriormente definidos. Neste mapa constam todas as etapas que constituem cada um dos processos mencionados, desde a realização da

encomenda do material ou a recepção do mesmo em obra, dependendo do processo em questão, à recolha dos desperdícios decorrentes deste processo.

Na terceira etapa analisa-se cada um dos mapeamentos de fluxo actual e procura-se identificar as actividades ao longo do processo, que por um lado, produzem desperdício e, por outro, não acrescentam valor ao produto final, apresentando-se soluções de melhoria e o conjunto de ferramentas *Lean* que melhor se adequam à solução proposta.

Seguidamente, na quarta etapa realiza-se o mapa de fluxo futuro, onde são contempladas as melhorias propostas na terceira etapa.

Por último, na quinta etapa implementam-se as alterações propostas no mapa de fluxo futuro e monitorizam-se os resultados alcançados. Este processo deverá ser um processo cíclico, uma vez que seguindo a filosofia de melhoria continua (*kaizen*) existem sempre melhorias que se podem alcançar. Assim sendo, todas as dificuldades à implementação das propostas são registadas, reiniciando-se todo o processo, tentando suprimir as dificuldades encontradas.

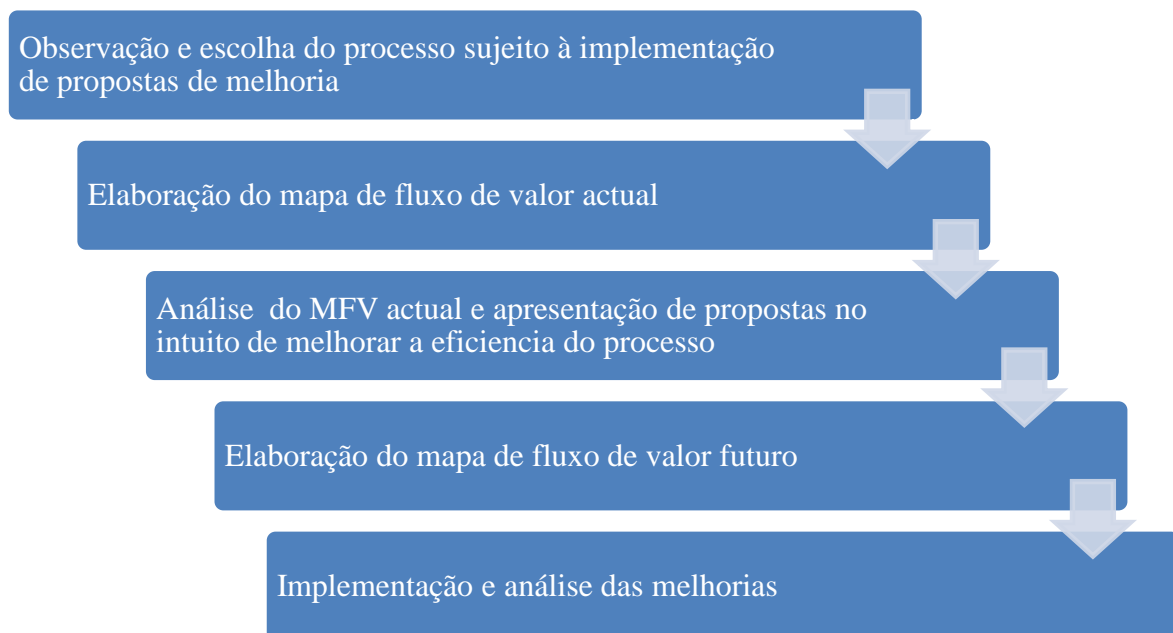


Figura 12 – Processo de desenvolvimento do modelo

4.2.1 Observação e escolha dos Processos a otimizar

Tendo por base os parâmetros supracitados, foram então referenciados três tipos de produto/processo:

- **Pladur:** Este tipo de produto apresenta grande volume de trabalhos e é responsável pela produção de uma quantidade significativa de desperdícios. Foi, então, realizada a análise de todo o processo associado a este tipo de produto, desde a sua encomenda até à recolha dos desperdícios provenientes da sua aplicação.
- **Aço:** O elevado encargo financeiro que este material representa, agravado pelas constantes oscilações do seu valor no mercado, colocam o seu estudo numa posição de quase obrigatoriedade. Associado a isto, representa um volume de trabalho significativo em obra.
- **Material de Cofragem:** É um tipo de material que representa um volume de trabalho considerável, existindo por norma uma tendência de descuido para com os resíduos aquando da execução dos processos de cofragem e descofragem.

O estudo destes processos é igualmente relevante uma vez que são frequentemente utilizados em obras de reabilitação, no caso do pladur por ser uma das formas mais eficaz e económica de ocultar anomalias evitando a por vezes árdua e penosa tarefa de compatibilizar os materiais utilizados actualmente e os originais, e no caso do processo aço e material de cofragem, por ser utilizado nas inúmeras ampliações realizadas nos edifícios aquando da sua reabilitação.

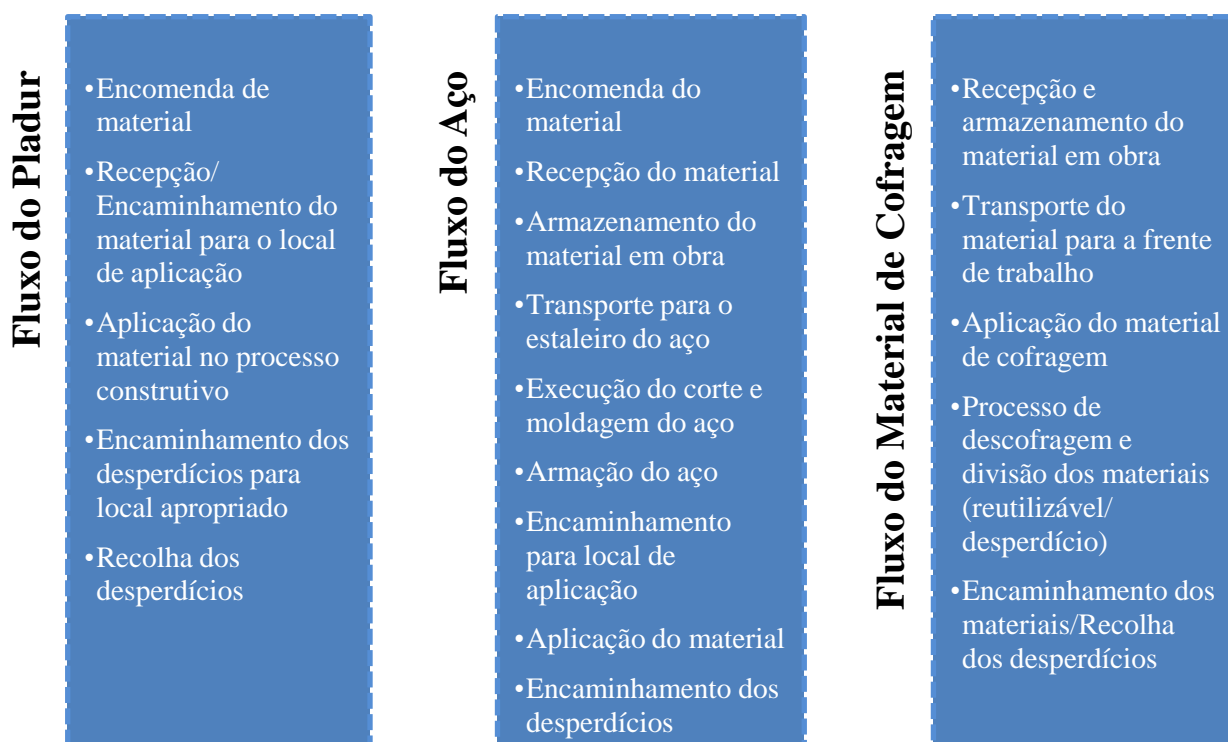
4.2.2 Elaboração do mapa do fluxo de valor actual

Para melhorar o fluxo de valor de um processo é essencial observá-lo e compreendê-lo. O mapeamento é a ferramenta que neste caso auxilia a visualização de todo o processo e a identificação dos desperdícios e constrangimentos do fluxo contínuo. Para além destes, são identificadas também as etapas que não acrescentam valor ao produto final.

Para a obtenção de informações actualizadas e reais, o mapeamento do fluxo de valor deve ser realizado com a colaboração dos intervenientes no processo.

Foram realizados os mapas de fluxo de valor para os processos identificados anteriormente, os quais vêm descritos no Quadro 1. No caso de estudo em concreto a elaboração dos mapas contou com o auxílio da Directora de Obra, do Técnico de Construção, do Encarregado, dos Subempreiteiros de cada processo e do Engenheiro Adjunto.

Quadro 1 – Mapeamento do estado actual dos processos



O mapa de fluxo de valor pode igualmente ser apresentado segundo o modelo proposto por Rother e Shook (1998), conforme apresentado no Anexo IV. Trata-se de um esquema que utiliza uma série de ícones padronizados, criando assim uma linguagem perceptível a todos.

4.2.3 Análise dos mapas do estado actual

A análise dos mapas do estado actual traduz-se, na prática, na observação de toda a sequência de etapas que compõem cada um dos processos em estudo procurando identificar os desperdícios resultantes de cada uma delas e ainda aquelas que poderão provocar algum constrangimento ao fluxo do processo e respectivas causas.

Na perspectiva de criar uma ferramenta de apoio a qualquer trabalho semelhante ao descrito no presente documento, foi realizada uma análise de carácter mais genérico, aplicável a qualquer processo que se enquadre no modelo proposto, seguida da análise do caso em estudo propriamente dito.

4.2.4 Análise e propostas de melhoria genéricas

O método de desenvolvimento desta análise passa pela avaliação etapa a etapa, do início ao final do processo produtivo, identificando a origem do desperdício, a solução proposta e os benefícios que advêm da alteração do processo. O procedimento está representado na figura 12.

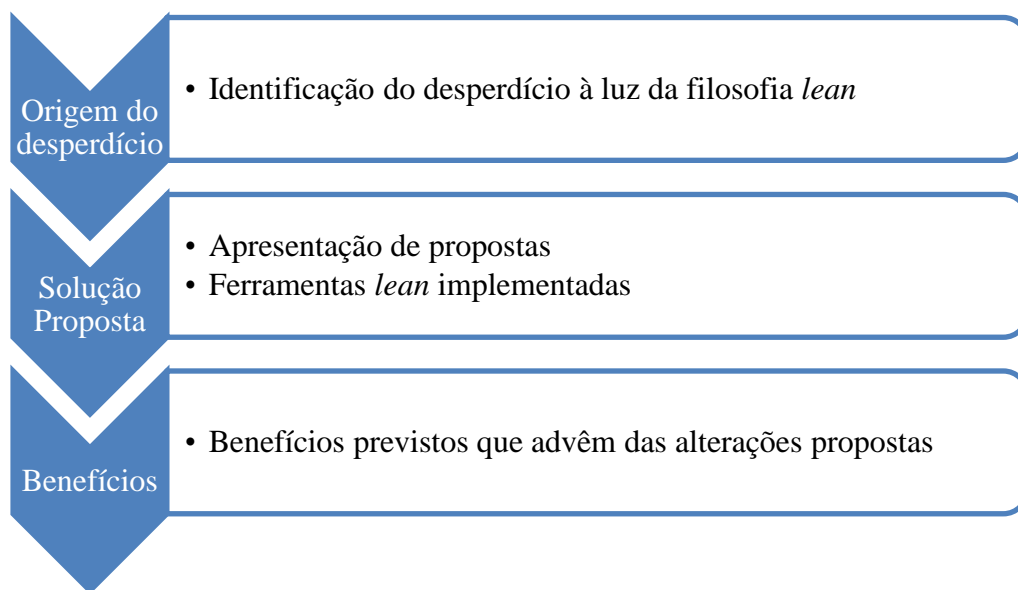


Figura 13 – Processo de desenvolvimento da análise

4.2.4.1 Encomenda/Armazenamento do material

Origem do desperdício: Dois dos sete desperdícios identificados pelo *Muda* são o excesso de *stock* e a espera. A existência de matéria-prima em obra em “espera”, para além de ter um impacto negativo no fluxo contínuo representa também um encargo financeiro acrescido desnecessário e ocupa espaço de armazenamento no estaleiro, que por si só é um grave problema em obras de reabilitação.

Solução proposta: Redução das existências em obra, criando uma relação de proximidade e confiança com os fornecedores que permita encomendar o material necessário para um tempo mínimo de trabalho. As ferramentas *Lean* que podem auxiliar esta melhoria são o uso do JIT articulado ao *Kanban*.

Benefícios: Esta alteração provocará um impacto directo na redução do espaço necessário de armazenamento e na diminuição do risco de ocorrência de danos nas matérias-primas decorrentes da sobrelotação do estaleiro. Poderá verificar-se também uma diminuição do capital imobilizado em material em espera (dependendo dos planos de pagamentos acordados).

4.2.4.2 Transporte do Material

Origem do desperdício: Dois dos desperdícios identificados pelo *Muda* são o transporte e o excesso de movimento. Todo o transporte e movimento excessivo de equipamento, mão-de-obra e material em obra não só representa um desperdício de tempo como aumenta o risco de ocorrência de danos no material e acidentes.

Solução proposta: Encaminhamento directo do material para a frente de trabalho aquando da entrega em obra, eliminando-se assim uma etapa de transporte e movimento de material. Esta solução pressupõe a utilização do JIT na etapa anterior. Neste caso a ferramenta que melhor se adequa é o 5S, dado que o problema é sobretudo a falta de organização do local de trabalho.

Benefícios: A alteração proposta trará benefícios ao nível da redução do tempo da actividade, a redução da quantidade de equipamento e mão-de-obra necessários para a execução da actividade e previne eventuais constrangimentos do fluxo provocados pela sobre alocação dos equipamentos.

4.2.4.3 Encaminhamento/recolha dos desperdícios

Origem do desperdício: Outro desperdício identificado por *Muda* é o processamento que não acrescenta valor ou processamento inapropriado. É frequente verificar-se em obra que

a limpeza do local de trabalho por parte dos trabalhadores é realizada apenas quando imposta pelas chefias. Isto origina a acumulação de lixo no local de trabalho, que dificulta a movimentação de trabalhadores e equipamentos, propiciando o atraso da etapa em curso.

Numa etapa futura isto implicará também a mobilização de mão-de-obra e equipamento extra. Relativamente ao encaminhamento dos desperdícios para fora da obra, é deixada ao critério do responsável a necessidade de recolha dos contentores.

Solução proposta: Recorrendo à ferramenta 5S que reporta à necessidade de um local de trabalho limpo e organizado, o encaminhamento dos desperdícios decorrentes da realização de uma actividade deve ser feito no decorrer da mesma. O encaminhamento dos desperdícios para fora da obra deverá estar associado ao uso do *Kanban*, por forma a tornar visível e inequívoco o momento certo da recolha.

Benefícios: Elimina uma etapa no processo e facilita a leitura do local de trabalho (percepção de obstáculos), tanto para a equipa que está a executar a actividade como para a que vai ingressar na actividade seguinte.

4.2.4.4 Análise e propostas de melhoria para o caso de estudo

Quando se procedeu á análise do caso de estudo em concreto, utilizando uma análise etapa a etapa à semelhança do descrito anteriormente, detectou-se que algumas destas já se encontravam optimizadas utilizando soluções idênticas às apresentadas na análise genérica.

Posto isto e uma vez que os conceitos *Lean* nunca tinham sido abordados, procedeu-se à realização de uma análise comparativa entre as optimizações detectadas e o conceito *Lean*, por forma a demonstrar que estas tinham um fundamento na filosofia *Lean*. As optimizações detectadas, não só nos processos em estudo inicialmente mas também ao nível do planeamento e na preparação de obra, são apresentadas seguidamente em Quadros resumo para cada processo, indicando as etapas optimizadas, a descrição da solução adoptada e a designação da ferramenta *Lean* correspondente.

Quadro 2 – Optimização do processo Aço

Aço		
Etapa	Optimização	Designação Lean
Encomenda/recepção do material	Stock do material em obra apenas para sensivelmente um mês de trabalho	JIT

Quadro 3 – Optimização do processo Planeamento

Planeamento		
Etapa	Optimização	Designação Lean
Balizamentos	Aquando dos balizamentos mensais são efectuadas análises comparativas entre o previsto e o realizado	PPC

Quadro 4 – Optimização do processo Pladur

Pladur		
Etapa	Optimização	Designação Lean
Encomenda/recepção do material	Encomenda de material efectuada apenas com um dia de antecedência; Stock do material em obra apenas para uma semana de trabalho	JIT
Deslocação do material	Aquando da entrega do material em obra, este é automaticamente reencaminhado para as diferentes frentes de trabalho	Muda e 5S
Encaminhamento dos desperdícios	Ao longo do processo de aplicação, os desperdícios vão sendo encaminhados para o contentor apropriado	5S
Recolha dos desperdícios	Quando o contentor se encontra cheio a recolha à efectuada no prazo máximo de um dia	5S

Quadro 5 – Optimização do processo Preparação de obra

Preparação de Obra		
Etapa	Optimização	Designação Lean
Contratação	Distribuição da área de negócio pelas subempreitadas; Criação de um ambiente de trabalho salutar entre os vários intervenientes	Relação subempreitada

Contudo, tendo presente o princípio de melhoria contínua (*Kaizen*), foram realizadas propostas para algumas etapas dos processos em análise que ainda não se encontravam optimizadas. Apresentam-se nos quadros seguintes as propostas de melhoria, bem como o benefício espectável e a designação da ferramenta *Lean* a aplicar.

Quadro 6 – Proposta de melhoria para o processo Material de Cofragem

Material de cofragem		
Proposta de melhoria	Benefícios	Designação <i>Lean</i>
Aquando da cofragem e descofragem, proceder-se à limpeza do local (desperdícios) com recurso a contentores na proximidade	Permitirá ter o local limpo facilitando a leitura do local (percepção de obstáculos); Permitirá dar início às empreitadas a jusante; Aumentará a segurança no trabalho e o encaminhamento de resíduos será mais rápido (não trazem valor à obra)	5S



Figura14 – Zona de trabalho que não foi limpa aquando da execução da cofragem da laje do piso superior

Quadro 7 – Proposta de melhoria para o processo Aço

Aço		
Proposta de melhoria	Benefícios	Designação <i>Lean</i>
Optar pela aquisição do aço previamente cortado e moldado	Permitirá diminuir a quantidade de desperdícios; reduzir as dimensões do estaleiro de aço, bem como o número de trabalhadores	Eliminação de actividades <i>In-situ</i>



Figura 15 – Estaleiro de aço na cobertura do edifício J e pormenor do desperdício à data da realização do MFV actual

Quadro 8 – Proposta de melhoria para o processo Planeamento

Planeamento		
Proposta de melhoria	Benefícios	Designação <i>Lean</i>
Associar ao PPC o Mapa de Irregularidades	Irá permitir perceber o porquê do incumprimento das actividades do balizamento mensal e prevenir a repetição do erro	<i>Kaizen</i>

No Quadro 9 é apresentado o mapa de irregularidades proposto, contendo no cabeçalho informação sobre a obra e a semana do planeamento a que corresponde o mapa. O corpo do mapa é composto por cinco colunas, e o seu preenchimento deverá conter na primeira coluna, o número da actividade correspondente ao planeamento, na segunda coluna a designação da actividade bem como o responsável pela mesma. Na terceira coluna deverá ser descrita a falha ou incumprimento detectados estando a quarta coluna reservada à informação relativa à consequência que adveio desse incumprimento ao nível do planeamento. Por último na quinta coluna deverá ser descrita a solução adoptada. A correcta utilização do mapa de irregularidades permitirá perceber o porquê dos incumprimentos bem como prevenir a repetição dos mesmos.

Quadro 9 – Mapa de irregularidades proposto

Mapa de Irregularidades				
Obra:			Semana:	
Nº Actividade:	Designação:	Falha detectada:	Consequência:	Sugestão de resolução:

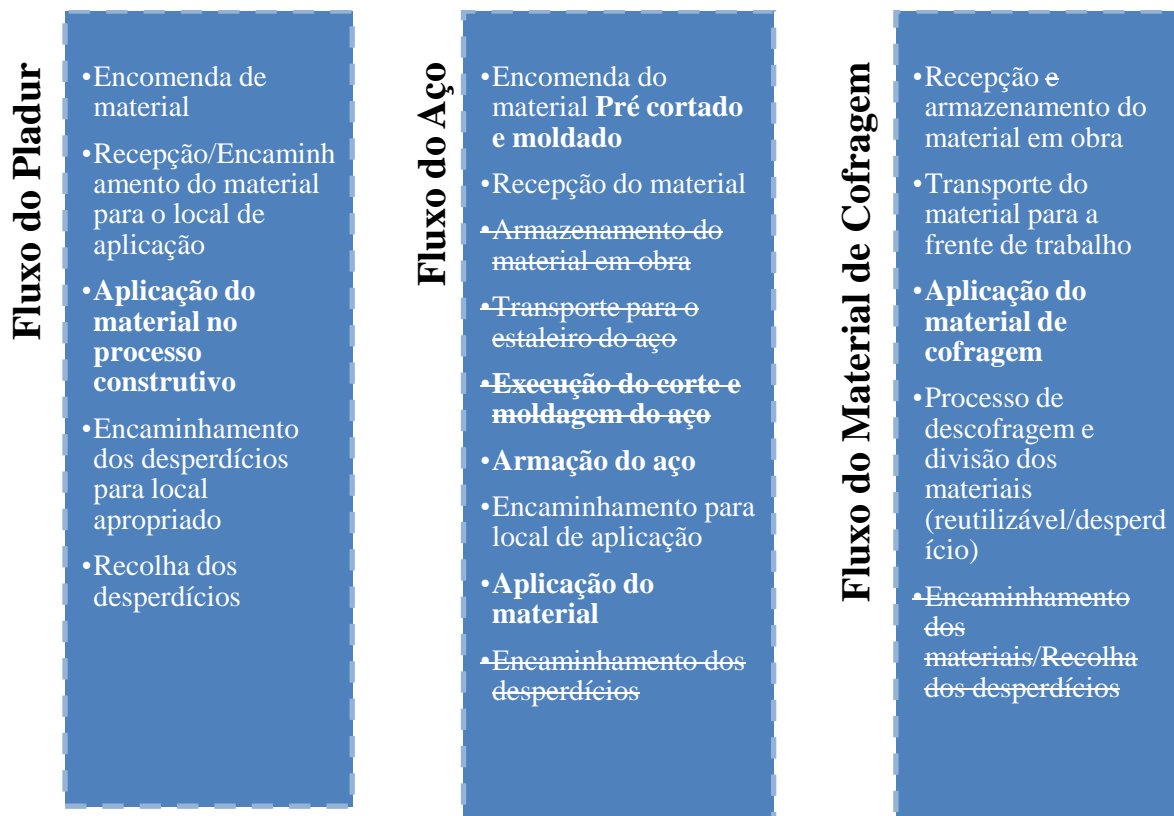
Quadro 10 – Proposta de melhoria para o processo Preparação de obra

Preparação de obra		
Proposta de melhoria	Benefícios	Designação <i>Lean</i>
Colocação de um Mapa de Progresso em zona visível no estaleiro	Irá permitir que todos em obra sejam informados da evolução do planeamento	Gestão Visual

4.2.5 Mapeamento do estado futuro

Nesta fase procedeu-se à elaboração do mapa de fluxo de valor futuro, como forma de apoio à implementação das melhorias propostas. No intuito de fazer o mapa de fluxo de valor futuro de forma simplificada e bastante perceptível, optou-se por utilizar o mapa de fluxo actual e rasurar as actividades identificadas como não agregadoras de valor ao produto final e para as quais são apresentadas melhorias, conforme apresentado no Quadro 11.

Quadro 11 – Mapeamento do estado futuro dos processos



Relativamente ao fluxo do Pladur, uma vez que este processo já se encontrava bastante optimizado, não foram identificadas novas optimizações realizáveis em obra, mantendo-se portanto o MFV actual igual ao MFV futuro.

No fluxo do aço, a proposta realizada permitiu a eliminação de quatro etapas do processo que não agregam valor ao produto final, ficando este apenas com quatro etapas. Ao optar pela aquisição do aço pré cortado e moldado, elimina-se a recepção e armazenamento em obra e posterior transporte para o estaleiro de aço, dado que, na obra em questão, o estaleiro de aço, por questões de gestão de espaço, se encontrava na cobertura do edifício J, sendo por isso necessário armazenar o aço existente em obra numa outra zona do estaleiro e transferi-lo à medida das necessidades. Outro benefício será a eliminação do corte e moldagem em obra, eliminando a existência de desperdícios e diminuindo drasticamente a dimensão do estaleiro de aço, bem como a mão-de-obra necessária.

No respeitante ao fluxo do material de cofragem a proposta contemplada no MFV futuro permitiu a eliminação de uma etapa do processo produtivo. O encaminhamento dos materiais e a recolha dos desperdícios aquando da realização da cofragem/descofragem permitiu a optimização de mão-de-obra e equipamento, evitando a necessidade de desviar equipamento e pessoal para proceder à limpeza do local numa fase posterior, em que já se deverá estar a realizar outra actividade. Isto poderá causar atrasos não só nas actividades dessa equipa como da equipa que irá realizar a etapa sob sequente. Por outro lado a eliminação desta etapa permite que o local fique limpo aquando da realização da mesma, facilitando a leitura do local e diminuindo o risco de acidentes.

4.2.6 Implementação e Controlo

Após a completa definição das propostas para solucionar os problemas detectados, procedeu-se à sua implementação fazendo o controlo das suas variações. O controlo da implementação do processo fez-se com recurso a um conjunto de indicadores de desempenho. Estes são definidos como formas de representação quantificáveis das características de um processo. Para serem eficazes devem ter algumas características:

- Simples – Tanto para a recolha de dados como para a sua interpretação;
- Comparáveis – Facilitando a comparação com dados recolhidos de outros processos;

- Económicos – para que os benefícios da medição sejam claramente superiores ao seu custo.

São exemplo disso os indicadores de tempo e custos, bem como o PPC. O modelo deverá ser flexível aos problemas decorrentes durante a sua implementação, conseguindo assim superá-los e atingir os objectivos traçados.

4.2.7 Oportunidades e benefícios decorrentes da aplicação do modelo

Num mercado cada vez mais globalizado e competitivo as empresas deparam-se cada vez mais com a necessidade de otimizar os seus recursos (físicos e financeiros). Como tal, as oportunidades e benefícios da implementação do modelo prendem-se principalmente com quatro aspectos fundamentais:

- Aumento da produtividade – conseguido através da optimização dos fluxos das actividades;
- Redução de custos – conseguido por um lado pela redução e controlo do tempo de processamento e por outro pela redução de *stocks*;
- Melhoria do relacionamento entre os intervenientes – é pretendido que, com a implementação do modelo, os trabalhadores se sintam motivados a melhorar o seu desempenho constantemente, devido ao maior envolvimento nas actividades.
- Aumento da satisfação do cliente – a conjugação dos três aspectos apresentados anteriormente irá traduzir-se num produto final de qualidade superior e enquadrado nas exigências do cliente final.

Proceder-se-á em seguida à análise dos benefícios que a aplicação do modelo nos processos referidos trará ao fluxo total da obra. Dado que a análise dos mapas de fluxo actual dos processos em estudo contemplaram duas fases distintas, análise de actividades já optimizadas e análise de actividades alvo de optimização, a análise dos benefícios inerentes à aplicação do modelo, realizada neste capítulo, seguirá o mesmo princípio.

Encomenda e recepção de material – Pladur

Conforme mencionado na análise e propostas de melhoria, esta etapa do processo já se encontrava otimizada, utilizando-se um sistema de encomenda e entrega JIT. A encomenda do material (perfis metálicos, placas de gesso cartonado e manta de lã de rocha) é realizada com apenas um dia de antecedência, à exceção dos perfis metálicos que têm medidas não standartizadas. Neste caso a encomenda terá de ser realizada com 15 dias de antecedência.

Isto patenteia uma relação de proximidade e cooperação entre fornecedores e subempreiteiro, permitindo que em obra apenas exista *stock* de material para uma semana de trabalho.

Deslocação do material para o local de aplicação – Pladur

A não existência de *stock* de material em excesso em obra permite que este, aquando da entrega em obra, seja automaticamente encaminhado e distribuído pelas diversas frentes de trabalho, reduzindo assim o transporte e movimento de materiais em obra ao mínimo indispensável, eliminando dois dos desperdícios identificados pelo *muda*, transporte e excesso de movimento.

Na Figura 16 é apresentado um exemplo desse procedimento.



Figura 16 – Material colocado na frente de trabalho

Encaminhamento dos desperdícios para local apropriado – Pladur

Esta actividade encontrava-se igualmente optimizada, sendo os desperdícios sistematicamente encaminhados ao longo do dia para o contentor de resíduos apropriado. As ferramentas utilizadas na actividade são igualmente, no final do dia, levadas e arrumadas na ferramentaria do subempreiteiro. Esta medida promove a organização e limpeza do local de trabalho, princípios definidos na metodologia *Lean* dos 5S, permitindo que no dia seguinte a actividade recomece de imediato, não existindo dúvidas de onde se encontra o equipamento necessário à actividade, nem desperdícios misturados com material próprio para aplicar.

Recolha dos desperdícios - Pladur

A recolha dos contentores onde são depositados os desperdícios é realizada no prazo máximo de um dia desde a sua requisição junto da empresa fornecedora do serviço. A responsabilidade da requisição do serviço está a cargo do encarregado do subempreiteiro. Esta conduta contempla assim a metodologia 5S, mantendo a obra limpa de resíduos.

Encomenda e recepção de material - aço

Apesar do processo aço ser realizado por um subempreiteiro, neste caso este apenas fornece mão-de-obra e equipamento, sendo a encomenda do material da responsabilidade do empreiteiro geral. A encomenda é então realizada consoante o andamento da obra verificado no planeamento e a entrega do material em obra é feita num sistema de JIT, sendo que dadas as características do material e custos de transporte, o seu *stock* em obra é neste caso para um mês de trabalho.

Balizamentos – Planeamento

Relativamente ao planeamento da obra verificou-se a utilização de balizamentos mensais. Estes balizamentos traduzem-se em análises comparativas entre o planeamento previsto e o realizado, correspondendo na linguagem *Lean* ao PPC. Este método permite

visualizar a percentagem de trabalhos não concluídos e proceder ao reajuste do planeamento para que não se voltem a verificar mais atrasos.

Contratação das subempreitadas – Preparação de obra

Em alguns processos com bastante relevância quer ao nível do planeamento (condicionantes), quer a nível económico. Verifica-se a opção pela contratação de dois subempreiteiros distintos. Aquando da realização do presente estudo, isto verificou-se para a subempreitada de aplicação de Pladur e para a subempreitada de cofragem, sendo que em ambos os casos a divisão de trabalhos foi feita por edifícios, ficando um subempreiteiro encarregue pelo edifício I e outro pelo edifício J. Este procedimento não só permite a distribuição da área de negócio por vários intervenientes como previne a ocorrência de eventuais atrasos. Esta opção vai ao encontro da filosofia *Lean* que premeia o relacionamento de proximidade entre empreiteiro geral e subempreiteiros, com o intuito de obter o melhor desempenho possível de todo o processo construtivo.

No decorrer da análise acima descrita, surgiu o interesse de apurar se as optimizações detectadas são uma particularidade desta obra e desta equipa de trabalho, ou se constituem uma preocupação da empresa, sendo aplicadas na generalidade das suas obras.

Para tal procedeu-se à realização de entrevistas com o Director Técnico Geral da empresa e com o Director da Zona Sul, pessoas com uma visão bastante global e panorâmica da empresa e, particularmente, do departamento de produção. Como forma de auxílio na realização das mesmas, foi elaborado um guião de entrevista, sendo este constituído por três partes: introdução, corpo e anexos.

Na introdução é feito um pequeno resumo do âmbito da entrevista, seguindo-se o corpo do guião, onde se centra a entrevista propriamente dita.

O corpo do guião está dividido em duas partes, sendo uma referente às obras da empresa em geral e centrando-se outra referente especificamente à obra em estudo. As perguntas realizadas pretendiam averiguar por um lado, como já referido acima, se as optimizações detectadas nos processos em estudo constituem prática comum a todo o departamento de produção ou apenas da obra em estudo e por outro lado perceber se as

propostas de melhoria realizadas se apresentam como válidas e aplicáveis à generalidade das obras da empresa, à luz de uma visão de topo.

Na secção dos anexos (Anexo II) foram apresentadas tabelas onde figuram os processos optimizadas e os processos que se propõem optimizar, no sentido de auxiliar na interpretação das perguntas por parte dos respondentes. A análise dos dados recolhidos através da realização das entrevistas será realizada no próximo capítulo.

De seguida proceder-se-á à realização da análise relativa aos benefícios inerentes às actividades alvo de optimização.

Limpeza do local de trabalho - Material de Cofragem

Verificou-se, aquando da realização das actividades de cofragem e descofragem, a produção de uma considerável quantidade de desperdício, nomeadamente resto de madeiras provenientes dos remates. Estes desperdícios permaneciam no local até se revelar necessário a sua remoção, o que ocorria, por norma, aquando do início da actividade seguinte. Este tipo de actividade mostrou-se, logo à partida, como tendo um grande potencial de melhoria.

Propôs-se, então, que a limpeza do local fosse realizada no decurso da actividade, com recurso ao uso de contentores colocados nas proximidades, ficando a área de trabalho limpa e facilitando a deslocação de mão-de-obra e equipamento, permitindo uma melhor leitura do espaço e facilitando a identificação de obstáculos.

O modelo proposto foi testado na realização de um processo de descofragem. Tratava-se da descofragem das vigas de cobertura do núcleo central do edifício D e de uma parede em betão pertencente ao mesmo, que no seu total perfazem cerca de 128 m² de cofragem e estando quatro pessoas envolvidas no processo, três carpinteiros e um servente. Na Figura 17 apresenta-se uma vista panorâmica da área de trabalho.



Figura 17 – Zona de implementação da proposta – Material de Cofragem

Foi colocado um contentor próximo do local ficando o servente, cuja responsabilidade era dividir e organizar o material reutilizável para posterior encaminhamento, a encaminhar o desperdício directamente para o contentor. Na Figura 18 é visível a divisão e organização dos materiais reutilizáveis, permitindo assim o seu correcto transporte para a próxima frente de trabalho. Na Figura 19 pode observar-se o contentor para encaminhamento de desperdício.



Figura 18 – Organização dos materiais reutilizáveis



Figura 19 – Contentor para encaminhamento de desperdícios

Aquisição de aço previamente cortado e moldado – Aço

A presença de *stock* de materiais em obra representa uma resistência ao fluxo. A filosofia *Lean* reitera a sua redução ao mínimo indispensável, contribuindo assim para o aumento do fluxo do produto e para a redução do espaço de estaleiro necessário.

No caso do material em questão, verificou-se que o processo de encomenda/recepção já apresentava optimizações seguindo os princípios do JIT, mas que, seguindo o princípio *Lean* da melhoria contínua (*kaizen*), bem como uma das acções práticas definidas por Vrijhoef e Koskela, (2000) que visa a transferência de actividades *in situ* para a cadeia de abastecimento, este processo ainda poderia ser optimizado.

A alteração proposta foi a aquisição do aço previamente cortado e moldado. Esta alteração trará como principais benefícios:

- Eliminação de *stock* – com a aquisição do aço pré cortado e moldado, deixará de haver necessidade de existência de stock de material em obra, passando este a ser entregue apenas quando necessário para aplicação;
- Redução das dimensões do estaleiro – deixará de ser necessária a existência de uma zona para armazenagem de *stock* bem como uma redução da quantidade de

equipamento necessário em obra, que consequentemente se traduz na redução do espaço ocupado pelo estaleiro;

- Redução de desperdícios – os desperdícios provenientes do corte e moldagem em obra deixarão de existir, passando estes a ser da responsabilidade da empresa fornecedora do material que o realizará com equipamentos tecnologicamente mais avançados que optimizam o material, reduzindo os desperdícios;
- Redução de mão-de-obra – com a implementação da proposta poderão ser utilizados os trabalhadores que executam o corte e a moldagem noutras tarefas, de valor acrescentado.

Associar ao PPC um Mapa de Irregularidades – Planeamento

Verificou-se que ao nível do planeamento, este já era realizado seguindo vários dos princípios do sistema *Last-Planner*, auxiliado também pelo PPC, permitindo assim avaliar a percentagem de actividades realizadas relativamente ao número de actividades previstas. O PPC é uma ferramenta bastante válida, mas que apresenta falhas, nomeadamente a incapacidade de concluir sobre quais as causas de incumprimento das actividades.

Propôs-se, então a realização de um mapa de irregularidades associado ao PPC, no intuito de determinar o porquê do incumprimento das actividades. Esta ferramenta permitirá, assim, numa primeira fase, averiguar a causa do incumprimento, bem como tomar medidas para prevenir a recorrência, do problema na obra.

Numa segunda fase, pretende-se, com a utilização generalizada desta ferramenta em todas as obras da empresa, a criação de uma base de dados, possibilitando que os mesmos erros não sejam repetidos em obras da mesma génese.

O modelo do mapa colocado inicialmente à consideração da SDC, depois de submetido a pequenas alterações, por parte da direcção de obra, foi adoptado na obra e encontra-se actualmente em uso. A versão final é apresentada no Anexo V.

A implementação deste sistema realizou-se durante o mês de Janeiro de 2011 e compreendeu a colocação de um mapa em cada zona de trabalho. Uma vez que durante este mês os trabalhos estavam a decorrer nas zonas de quartos, considerou-se cada quarto uma zona de trabalho.

O mapa é assim composto por uma zona de cabeçalho onde aparece a designação da obra e do quarto a que este se refere.

Cada mapa é assim composto por seis colunas, sendo a primeira reservada à descrição do processo e das actividades que o constituem. A segunda e terceira colunas são destinadas à colocação da data de início da actividade e da assinatura do responsável pela realização da mesma, respectivamente. À semelhança destas, na quarta e quinta colunas do mapa deverá ser colocada a data de conclusão de cada etapa e a assinatura do responsável pela mesma.

A sexta coluna está reservada a observações. Este espaço deverá ser preenchido pelos responsáveis das actividades sempre que detectem alguma não conformidade decorrente das actividades anteriores, que possa prejudicar o início da sua actividade bem como a correcta e atempada execução da mesma.

Estes mapas são recolhidos mensalmente, e a sua informação é compilada num mapa de controlo, que facilita a visualização do trabalho desenvolvido em todas as frentes de trabalho, o que permite perceber quais as actividades que estão a condicionar o planeamento e o porquê.

Na Figura 20 pode ver-se um exemplo da aplicação dos Mapas nas frentes de trabalho.

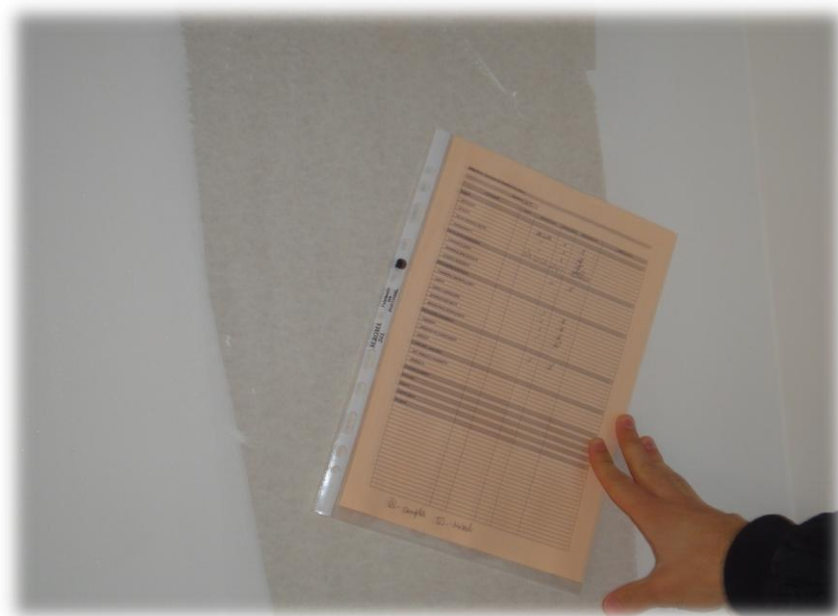


Figura 20 – Mapa de Irregularidades, em uso na frente de trabalho

Mapa de Progresso visível no estaleiro – Preparação de obra

Esta proposta foi realizada com o propósito de fomentar um espírito de competitividade salutar nos processos em que se verificou a contratação de dois subempreiteiros.

Para tal, propôs-se a colocação, num local do estaleiro visível e acessível a todos os intervenientes, de um Mapa de Progresso semanal, onde é demonstrado o desenvolvimento semanal das actividades, incentivando desta forma os intervenientes não só a cumprir os seus objectivos semanais mas também a superá-los, aumentando o seu desempenho.

4.2.8 Dificuldades na implementação do modelo

O sucesso da implementação de um modelo pode ser condicionado por diversos factores, sendo os principais;

- Descorar a melhoria continua – é necessário compreender que a meta a atingir com a implementação do sistema *Lean* não é apenas alcançar os objectivos traçados no MFV futuro, pois uma vez que estes sejam alcançados este torna-se no MFV actual, devendo seguir-se o desenvolvimento de um novo MFV futuro, mais ajustado à realidade da obra, repetindo-se o modelo sucessivamente, sempre em busca da melhoria continua;
- Falta de compromisso do topo – a implementação requer envolvimento por parte das chefias, não só da obra como da empresa, garantindo assim que as metas estabelecidas para o futuro sejam alcançadas e não permitindo retrocessos e adopção de processos antigos;
- Cadeia de fornecedores instável – fomentar um relacionamento salutar a longo prazo, baseado na confiança e lealdade com os fornecedores (de produtos ou serviços) mostra-se bastante importante pois favorece a melhoria da qualidade do produto final e a redução dos custos;
- Incerteza/variabilidade – na indústria da construção o local de trabalho varia constantemente, variando com ele as condições do local e a disponibilidade dos recursos. Estas variações podem traduzir-se de forma bastante negativa na performance do fluxo uma vez que a incerteza dessas condições pode provocar grandes alterações no mapeamento;

- Ambiguidades na abordagem por parte do cliente – refere-se ao facto de muitas vezes o cliente não apresentar uma correcta definição do produto (indefinições ou erros de projecto, bem como ao nível de outras especificações) ou por outro lado impor muitas condicionantes. Em ambos os casos o fluxo contínuo pode ser bastante prejudicado;
- *Stocks* – o deficiente controlo dos níveis de *stock* provoca um excesso de capital investido em matéria-prima não utilizada, interrompendo o fluxo contínuo.

5 Análise e Discussão dos Resultados

No presente capítulo será realizada a análise e discussão dos resultados obtidos da aplicação do modelo proposto em obra, bem como dos dados recolhidos nas entrevistas realizadas.

Pretende com esta análise chegar-se a conclusões sobre a implementação da filosofia *Lean* neste tipo de obra, proporcionando simultaneamente ao leitor a oportunidade de compreender o funcionamento de uma aplicação da técnica de gestão *Lean Construction*, de forma mais prática e objectiva, demonstrando a sua utilidade e vantagens.

Cada proposta realizada será alvo de uma avaliação de diferentes aspectos considerados relevantes consoante as soluções implementadas. Será igualmente realizada uma análise dos processos que já se encontravam optimizados e que foram igualmente objecto de estudo no presente trabalho.

A presente análise e discussão de resultados apresenta alguns condicionalismos à apresentação dos mesmos, motivados pelas limitações à revelação de informações internas consideradas sensíveis pela SDC.

A aplicação das ferramentas e soluções propostas anteriormente com objectivo de eliminar ou reduzir os desperdícios identificados, será analisada para comprovar a sua adequabilidade e quantificar os benefícios resultantes de uma implementação *Lean* no caso de estudo de uma obra de reabilitação.

5.1 Análise dos Processos optimizados detectados em obra

Conforme descrito anteriormente, após a realização e análise do MFV actual dos processos em estudo detectou-se que algumas etapas já se encontravam optimizadas, tendo sido realizada uma análise comparativa entre as optimizações detectadas e o conceito *Lean*, por forma a demonstrar que estas tinham um fundamento na filosofia *Lean*. Procede-se seguidamente à análise, para cada etapa, dos reais benefícios decorrentes da sua aplicação.

5.1.1 Processo Pladur

Dada a falta de conhecimento das técnicas e materiais de construção tradicionais bem como a falta de mão-de-obra tecnicamente adequada para realização das mesmas, a utilização de Pladur assume grande importância em obras de reabilitação.

O processo Pladur foi aquele onde foram detectadas mais etapas optimizadas, quatro no total. O processo encontrava-se a ser executado por dois subempreiteiros distintos, estando um responsável pela realização do edifício I e o outro pelo edifício J. Aquando da realização da observação directa em obra das actividades, ambos se encontravam a laborar na zona de quartos dos respectivos edifícios. Este processo tem a duração de sensivelmente uma semana para cada quarto, sendo cada equipa constituída por três pessoas, dois aplicadores e um servente.

5.1.2 Encomenda e recepção do material

Verificou-se que a encomenda de todo o material necessário à realização do processo, (placas de gesso cartonado, perfis metálicos e mantas de lã de rocha) é realizada apenas com um dia de antecedência, exceptuando os perfis metálicos não estandardizados que têm de ser encomendados com 15 dias de antecedência. Isto ocorre dado o subempreiteiro ter algum stock de material com medidas standard no seu armazém, apenas sendo necessário realizar com antecedência directamente ao fornecedor, a encomenda de material com medidas não standard.

Verificou-se, ainda, que a realização desta actividade seguindo os princípios JIT, permite uma redução do espaço necessário em estaleiro de 82 m². Esta prática contribui para a atenuação de um dos principais problemas identificados em obras de reabilitação, a falta de espaço para estaleiro.

Dos dados recolhidos das entrevistas, concluiu-se que o recurso à subcontratação para a realização deste tipo de trabalhos é prática comum na empresa, sendo igualmente usual que o fornecimento do material e a gestão do *stock* em obra esteja a cargo destes. No entanto, foi referido igualmente que a média de *stock* em obra era para três semanas de trabalho, o que demonstra que o procedimento de gestão do *stock* utilizando o sistema JIT não está integrado

na empresa, ou seja, não constitui um requisito imposto aquando da contratação dos subempreiteiros.

Através da comparação dos dados recolhidos na obra e nas entrevistas podemos concluir que a utilização do JIT em detrimento da prática convencional permite neste caso a redução do espaço necessário em estaleiro de 82m^2 o que representa cerca de 67%, como se pode verificar na Figura 21.

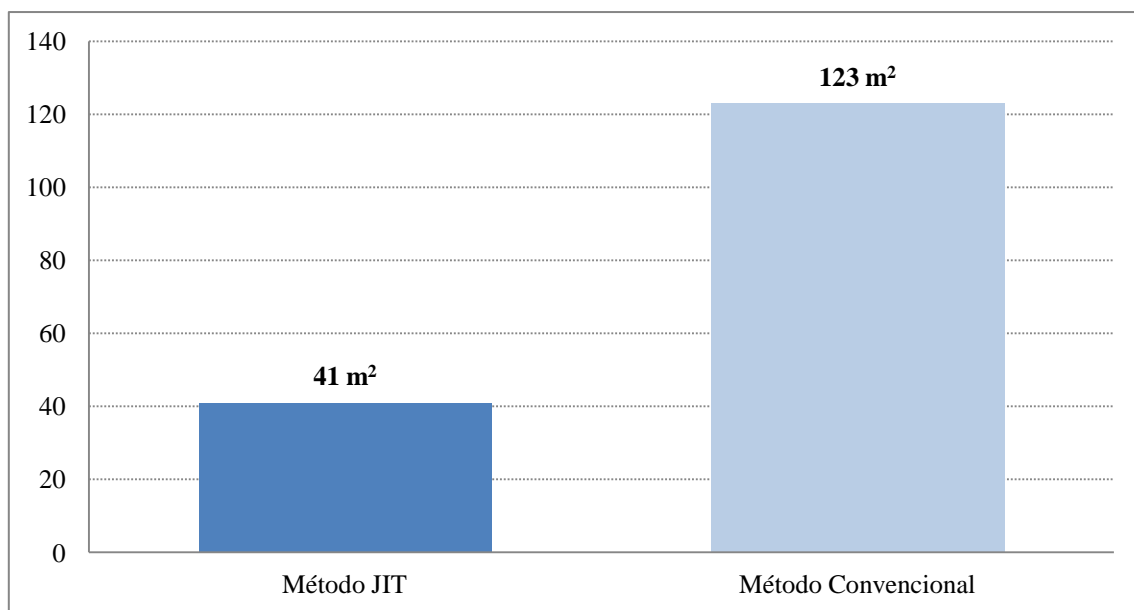


Figura 21 - Variação da Área de estaleiro para material do Processo Pladur

5.1.3 Deslocação do material para local de aplicação

O material quando recebido em obra, ao invés de ser armazenado em local próprio no estaleiro e posteriormente encaminhado, é automaticamente encaminhado para as frentes de trabalho onde será aplicado. Este procedimento permite não só a melhoria da etapa descrita anteriormente, podendo a redução do espaço de armazenamento atingir os 100%, como reduz igualmente o uso excessivo da grua, equipamento muito solicitado e que condiciona a duração de diversas actividades a decorrer em simultâneo. A eliminação do processo de armazenagem permite ganhos directos da não utilização da grua de 26,5€/hora por cada entrega de material.

Das entrevistas, reteve-se a informação de que a realização deste procedimento seguindo os princípios da metodologia 5S e eliminando os desperdícios do *muda*, não se encontra enraizado na empresa, sendo a prática comum o encaminhamento do material para um local de armazenamento apropriado em estaleiro e seguidamente encaminhado para as frentes de trabalho à medida das necessidades.

5.1.4 Encaminhamento dos desperdícios para local apropriado

Conforme referido no capítulo anterior esta actividade encontrava-se igualmente optimizada, seguindo os princípios definidos pela metodologia *Lean* dos 5S, beneficiando assim a organização do local de trabalho, a satisfação dos trabalhadores e fluxo contínuo do processo. Não foi contudo possível, dado o limitado tempo disponível para a elaboração deste trabalho de investigação, quantificar em termos de tempo e custos os ganhos provenientes desta optimização.

Das entrevistas apurou-se igualmente que este procedimento constitui uma prática comum das obras da empresa. Por norma, aquando da aplicação do Pladur a limpeza do local de aplicação é realizada no decorrer da actividade. Caso não seja de todo possível, no final do dia de trabalho procede-se a uma limpeza geral.

5.1.5 Recolha dos desperdícios

A recolha dos desperdícios é efectuada no prazo máximo de um dia após a requisição do serviço, estando esta a cargo do encarregado do subempreiteiro. Este procedimento, que assenta na metodologia 5S, dinamiza o fluxo de desperdícios, mantendo a obra limpa de resíduos.

Das entrevistas concluiu-se que este procedimento constitui uma prática comum na empresa. Questionaram-se então, os respondentes sobre como viam a utilização da ferramenta *kanban* para indicar o momento necessário da recolha dos contentores de resíduos, tendo sido unânime a resposta de que, dada a rapidez do processo, os benefícios da utilização do *kanban* para melhorar o fluxo de desperdícios iriam ser marginais.

5.1.6 Processo Aço – Encomenda e recepção do material

Apesar do processo Aço ser adjudicado a um subempreiteiro, neste caso o fornecimento e gestão do *stock* em obra está a cargo do empreiteiro geral. Assim sendo, verificou-se que a gestão do *stock* de material em obra é realizada seguindo os princípios do sistema JIT, existindo em obra material para sensivelmente um mês de trabalho. Esta meta representa um passo significativo rumo ao objectivo final, a eliminação total de stocks, mas tal como foi possível apurar nas entrevistas esta é a meta possível de alcançar de momento, dadas as características do material em questão, bem como as constantes oscilações do seu valor no mercado.

A utilização do JIT neste caso é prática comum na empresa, sendo igualmente usual o fornecimento do material estar a cargo do empreiteiro geral, fornecendo o subempreiteiro apenas a mão-de-obra e o equipamento. A utilização do JIT, neste caso, apresenta como principais benefícios a redução do espaço necessário para estaleiro de aço e a diminuição de capital empatado em stock de material. Não foi contudo possível quantificar os potenciais ganhos financeiros da aquisição do aço no sistema JIT, uma vez que a informação financeira relativa à compra deste material é considerada confidencial.

5.1.7 Processo Planeamento – Balizamentos

Segundo a filosofia *Lean* o planeamento deve ser efectuado seguindo a metodologia *last planner*, auxiliado pelo PPC. Na prática isto traduz-se num planeamento a curto (semanal) e médio prazo (mensal) das actividades a executar, no intuito de assegurar os pré-requisitos para a realização das mesmas sem percalços. O PPC, sendo um indicador percentual do quociente das actividades realizadas e as actividades planeadas, permite uma leitura mais fácil acerca do cumprimento do planeamento, permitindo fazer eventuais ajustes ao mesmo. Verificou-se que estes procedimentos já são adoptados não só na obra em estudo, mas nas obras da empresa em geral, sendo que a ferramenta *Lean* PPC é designada na empresa de Balizamentos.

5.1.8 Processo Preparação de Obra – Contratação das subempreitadas

Verificou-se em dois dos processos em estudo, o recurso à subcontratação de duas empresas para o mesmo processo, caso do Pladur e do Material de cofragem. Neste caso, o total dos trabalhos a realizar em cada processo foi dividido em três grupos, tendo sido adjudicado um grupo a cada uma das empresas contratadas, ficando um grupo por adjudicar, que será adjudicado numa segunda fase à empresa que apresentar o melhor trabalho, avaliado entre outros pela qualidade do trabalho e qualidade de execução.

Este procedimento tem como principal vantagem tornar o planeamento menos vulnerável aos eventuais atrasos ou incumprimentos por parte dos subempreiteiros, dado que em caso de falha por parte de um dos subempreiteiros, essa falha não afectará a totalidade dos trabalhos, mas apenas uma parte destes. A par disto promove-se a distribuição do mesmo tipo de trabalho por várias entidades concorrentes, premiando aquela que apresentar um melhor trabalho.

Os entrevistados atestaram que, apesar de este procedimento já ter sido utilizado noutras ocasiões pela empresa, não constitui prática comum. Realçaram como principal vantagem da utilização deste procedimento a não dependência de apenas um subempreiteiro no caso de insatisfação com o serviço prestado. Como principal desvantagem para o empreiteiro geral destacaram a necessidade de existir liquidez financeira, pois caso contrário, se este não efectuar o pagamento dos trabalhos realizados atempadamente, existe o risco de nenhum dos subcontratados querer realizar os trabalhos deixados para a segunda fase, comprometendo assim a conclusão da obra.

5.2 Análise das propostas de melhoria formuladas

Procede-se seguidamente à análise dos benefícios decorrentes da aplicação das propostas de melhoria formuladas.

5.2.1 Processo Material de cofragem – Limpeza do local

A implementação desta proposta em obra foi realizada durante a descofragem das vigas de cobertura do núcleo central do edifício D e de uma parede em betão pertencente ao mesmo núcleo, perfazendo no total uma área de 128 m² de cofragem a retirar e estando envolvidas no processo quatro pessoas, três carpinteiros e um servente.

Verificou-se que a proposta de alteração implementada não conseguiu melhorias ao nível da duração da actividade, tendo esta sido concluída em 8 horas.

A duração da actividade foi condicionada pela grua. Este equipamento, necessário na desmontagem dos painéis de cofragem e no transporte do material para a frente de trabalho seguinte, estava a ser necessário em simultâneo na realização de outras actividades, entre elas o transporte e aplicação de armaduras.

A alteração implementada verificou-se então como sendo bastante positiva, uma vez permitiu que o local fica-se totalmente limpo e desimpedido aquando da realização da actividade, não necessitando para tal de um incremento de recursos.

Não se verificaram custos associados a esta alteração uma vez que os equipamentos e mão-de-obra utilizados para a realização da actividade são os mesmos que eram utilizados antes da actividade estar optimizada.

Segundo os responsáveis pela actividade, esta poderia ser concluída em 5 horas caso não fosse condicionada pela grua. Conclui-se que a implementação realizada optimizou a mão-de-obra disponível evitando a sua posterior mobilização.

Esta alteração foi considerada positiva por parte dos responsáveis da empresa, sendo a sua generalização para as restantes obras da empresa um caminho a seguir.

5.2.2 Processo Aço – Aquisição do aço pré cortado e moldado

Esta alteração ao processo Aço não foi implementada. A não implementação da proposta ficou a dever-se ao facto de à data da realização do presente estudo a obra já estar a decorrer, estando a empreitada já adjudicada incluindo o preço de adjudicação o corte e a moldagem do material. Para viabilizar a implementação desta proposta teria sido necessário

mais tempo para a realização do presente trabalho e o acompanhamento da obra deste a fase de preparação.

Quando apresentada aos entrevistados, esta proposta mereceu alguma relutância quanto à sua aplicabilidade em obras de reabilitação. Este facto fica a dever-se à fraca qualidade dos levantamentos realizados na fase de projecto, originando uma constante necessidade de adaptação do projecto de estruturas ao edificado já existente, no recorrer da obra.

Segundo os entrevistados, esta solução é viável no caso de construções novas, nomeadamente na construção de obras de arte por se tratar de um tipo de construção mais modular, ficando normalmente esta decisão a cargo dos subempreiteiros.

E viabilidade financeira desta opção está dependente das quantidades de material envolvidas. A título de exemplo, para uma obra de pequenas dimensões, uma moradia unifamiliar com 300m², a aquisição do aço pré moldado e cortado é cerca de 276% mais caro que a realização do seu corte e moldagem em obra. Prevê-se que este valor seja bastante inferior para obras de grandes dimensões, não conseguindo contudo superar o valor do corte e moldagem em obra. Será necessário ponderar as vantagens acrescidas deste processo caso a caso, por forma a averiguar se são compensatórias relativamente ao seu encargo financeiro.

É no entanto de salientar, que a opção por este sistema de aquisição do aço, terá um impacto positivo em obras de reabilitação principalmente ao nível do espaço de estaleiro necessário, identificado com um dos principais problemas neste tipo de obras, nomeadamente em centros históricos.

5.2.3 Processo Planeamento – Associar ao PPC um Mapa de Irregularidades

Verificou-se algum optimismo por parte da direcção de obra na aplicação desta medida, uma vez que é complicado muitas vezes apurar a responsabilidade do incumprimento das actividades. Isto deve-se à dificuldade humana em assumir o erro, sendo mais fácil omiti-lo ou culpabilizar outro indivíduo.

Este sistema foi desenvolvido com o pressuposto de eliminar esse problema, uma vez que fica registada a data de início e conclusão de cada actividade, com a respectiva assinatura do responsável. Caso o responsável da actividade que se vai iniciar considere que o local não se encontra em condições para o início da mesma, terá de reportá-lo por escrito no mapa de

irregularidades, (na coluna destinada a observações), uma vez que a partir do momento em que assina o início da actividade, a zona de trabalho fica da sua responsabilidade, bem como os atrasos que lá possam ocorrer.

Dado o curto espaço de tempo decorrente da implementação desta medida, não foi possível quantificar os reais benefícios da mesma ao nível do planeamento.

Notou-se no entanto alguma relutância por parte dos responsáveis das actividades em preencher o mapa, pelo que se denota que a manutenção do sucesso desta implementação ficará em muito a dever-se à persistência da direcção de obra.

Esta é uma medida de planeamento a médio e longo prazo, sendo que os reais benefícios da sua implementação só poderão ser quantificados após a sua implementação num maior número de obras, permitindo assim a realização de um estudo comparativo que permita a quantificação dos ganhos resultantes da não repetição dos erros.

Relativamente aos dados recolhidos nas entrevistas, foi manifestado o desconhecimento desta ferramenta, tendo sido referido no entanto que são realizadas reuniões periódicas com os directores de obra, onde são debatidos vários problemas ocorridos em obra que originam atrasos tentando-se em conjunto determinar a sua causa e arranjar soluções.

A implementação desta ferramenta foi encarada com positivismo, pondo-se a hipótese no futuro da criação de uma base de dados desenvolvida por tipo de obra, contendo a informação retirada destes mapas.

Foi referido igualmente como um eventual constrangimento à implementação desta ferramenta a dificuldade em admitir o erro humano, o que se tem verificado na implementação em obra.

5.2.4 Preparação de obra – Colocação de Mapa de Progresso em zona visível

Neste caso não foi possível a implementação da proposta realizada. Esta consistia na colocação de um Mapa de Progresso semanal numa zona do estaleiro visível a todos os trabalhadores, permitindo assim a visualização da evolução dos trabalhos na semana anterior.

A não implementação da proposta ficou a dever-se ao facto da direcção de obra considerar que esta poderia prejudicar o bom ambiente de trabalho alcançado entre subempreiteiros e empreiteiro geral.

Relativamente aos dados recolhidos nas entrevistas, os entrevistados consideram neste caso que o excesso de informação associado à implementação desta proposta poderá ser prejudicial. Uma vez que em Portugal é comum o recurso à subcontratação, a transparência total do planeamento é vista por parte dos entrevistados como negativa correndo-se o risco de influenciar o bom funcionamento da obra. Esta opção torna-se então viável em países onde o recurso à subcontratação não seja corrente, não havendo nesse caso a necessidade de ocultar informação.

5.3 Adequação das melhorias propostas à reabilitação

Como foi possível constatar, as propostas de melhoria apresentadas foram vistas na sua generalidade com interesse por parte dos intervenientes, apesar de alguma relutância inicial. Pretende-se nesta secção, fazer um apanhado da adequabilidade de cada uma delas às obras de reabilitação, objectivo inicial da presente dissertação.

No caso da proposta de melhoria formulada para o processo Material de cofragem – Limpeza do local, constatou-se que a proposta de melhoria só apresentava vantagens, e assume especial importância em obras de reabilitação dada a grande escassez de espaço existente na grande maioria deste tipo de obras, sendo então primordial privilegiar a limpeza e organização do espaço, conseguida aqui pela aplicação prática do 5S.

A implementação desta proposta de melhoria apresenta como principais vantagens a eliminação de desperdícios como o excesso de movimento, neste caso de operários, e o processamento que não acrescenta valor, melhorando em simultâneo o fluxo do processo.

No caso do processo Aço – Aquisição do aço pré cortado e moldado, a proposta não foi implementada uma vez que a empreitada já estava adjudicada incluindo o preço de adjudicação o corte e a moldagem do material.

A aplicação prática desta proposta traduzir-se-ia na transferência das actividades de corte e moldagem do ferro da obra para a cadeia de abastecimento, facilitando assim o uso do JIT, primordial em obras de reabilitação dada a escassez de espaço em obra e mesmo a inexistência muitas vezes de local para estaleiro, e permitindo a eliminação de alguns desperdícios nomeadamente o excesso de inventário e de transporte.

Foi possível averiguar das entrevistas realizadas alguma relutância quanto à aplicabilidade desta proposta em obras de reabilitação, tendo sido apresentado como principal constrangimento à sua viabilidade a falta de qualidade dos levantamentos na fase de projecto.

No processo Planeamento – Associar ao PPC um Mapa de Irregularidades, verificou-se que a proposta de melhoria se adequa especialmente a obras de reabilitação uma vez que permite averiguar os responsáveis pelo incumprimento das actividades bem como a causa. Caso o incumprimento das mesmas se fique a dever à falta de conhecimentos técnicos para executar a actividade em questão ou devido à escolha inadequada dos materiais ou técnicas adoptadas, as reuniões periódicas do departamento de produção permitem a troca de conhecimentos, minimizando ou mesmo em última análise colmatando um dos principais problemas detectados neste tipo de obras, a falta de conhecimentos das técnicas e materiais de construção tradicionais, bem como a falta de mão-de-obra tecnicamente adequada.

Assim a aplicação prática desta proposta permite minimizar dois dos desperdícios mais recorrentes em obras de reabilitação, o processamento que não acrescenta valor (por exemplo trabalho que tem de ser refeito ou aperfeiçoado) e os defeitos de produção, que representam não só o desperdício de material e mão de obra utilizada não recuperável, como também aquele que será necessário para responder a eventuais reclamações futuras por parte do cliente.

Por ultimo, a proposta apresentada para o processo Preparação de obra – Colocação de Mapa de Progresso em zona visível, assume especial interesse em obras de reabilitação dado o elevado grau de imprevisibilidade das mesmas. A realização de um mapa de progresso semanal e a sua posterior análise ao longo da obra permite avaliar a capacidade de resposta dos subempreiteiros às actividades e incertezas que vão surgindo ao longo da mesma. Assim, pode recolher-se informação bastante importante para obras futuras, acerca das capacidades técnicas e de desempenho dos subempreiteiros.

Seguindo o principio *Kaizen*, a análise dos Mapas de Progresso associada à análise da informação recolhida dos Mapas de Irregularidades, permitirá a melhoria do fluxo de todo o processo de construção, uma vez que cada vez se saberá mais acerca das aptidões das diversas equipas de trabalho bem como das características dos materiais frequentemente utilizados em diversas situações, permitindo assim de futuro dar uma resposta mais rápida numa situação de imprevisto, tanto no caso do material a utilizar como da equipa a recrutar.

Ficou assim provada a adequabilidade das propostas de melhoria apresentadas à reabilitação e foi dado um passo importante rumo à desmistificação da filosofia *Lean* e da sua aplicabilidade em obra.

6 Conclusões

Os objectivos inicialmente traçados para esta dissertação foram atingidos, tanto no que concerne à análise de adequabilidade da aplicação dos princípios da *Lean construction* em obras de reabilitação, como igualmente no que respeita ao contributo para a definição de um modelo de implementação.

A pesquisa e análise bibliográfica potenciaram a compreensão do conceito *Lean*, a sua origem e difusão. Permitiram igualmente um levantamento dos desperdícios mais correntes no sector da reconstrução e o levantamento e compreensão das ferramentas mais proeminentes.

Foi seguidamente desenvolvida uma metodologia de recolha e análise de dados, cimentada na análise documental, observação directa dos processos, reuniões em obras com diversos intervenientes e posteriormente entrevistas a elementos considerados chave e identificados como tendo uma visão panorâmica de toda a empresa, em particular do departamento de produção. A metodologia estabelecida permitiu a compreensão do funcionamento da obra e da empresa bem como a identificação dos processos a otimizar.

Procedeu-se então à realização do MFV de três processos distintos, nomeadamente processo Pladur, processo Aço e processo Material de cofragem, com o intuito de visualizar o fluxo de todo o processo, identificar as actividades onde ocorriam maiores desperdícios e proceder à sua eliminação.

Aquando da análise do MFV actual foram detectadas duas situações distintas:

- Identificação de actividades já optimizadas;
- Identificação de etapas com potencial de optimização.

Surgiu então a necessidade de realizar duas abordagens distintas, tendo sido no primeiro caso estabelecida uma analogia entre as optimizações detectadas e a filosofia *Lean*, por forma a demonstrar que esta estava na sua génese.

Para o segundo caso, foram realizadas propostas de melhoria, tendo sido posteriormente postas à consideração da direcção de obra e implementadas.

Paralelamente ao trabalho desenvolvido em obra, foram realizadas as entrevistas com dois pressupostos fundamentais:

- Averiguar se os procedimentos de optimização detectados em obra se encontravam generalizados ao departamento de produção;

- Analisar se na perspectiva da visão de topo (chefias) as propostas formuladas constituem benefícios aplicáveis a todo o departamento de produção.

No final deste trabalho de investigação, após a análise e discussão dos resultados obtidos, é então possível ainda concluir que:

- A utilização da ferramenta PPC se encontra implementada e generalizada na empresa;
- O recurso à contratação de dois subempreiteiros para o mesmo processo é uma boa solução, mas implica uma maior liquidez financeira;
- O sucesso da implementação de um modelo *Lean* depende em grande parte das chefias e da capacidade de motivar os intervenientes em todo o processo da construção;
- Os conceitos *Lean* são aplicáveis a obras de reabilitação.
- A utilização do Mapa de Irregularidades apresenta-se como uma mais-valia na supressão de uma falha do PPC, a compreensão das causas de incumprimento do planeamento.

6.1 Limitação da investigação

A principal limitação com que a presente dissertação se deparou foi o reduzido período de tempo disponível para a elaboração e implementação do modelo, bem como o tratamento dos dados obtidos.

A implementação do modelo não pode ser realizada de forma irreflectida, necessitando de disponibilidade de tempo, formação dos trabalhadores e controlo por parte das chefias, evitando assim o retomar dos hábitos anteriores.

Para o sucesso da implementação do modelo, é importante o conhecimento da filosofia *Lean* por parte de todos os intervenientes no processo, espírito de mudança e empenho.

6.2 Campos de pesquisa futura

Conforme defendido pela própria filosofia *Lean*, a procura pela melhoria do estado actual com o desígnio de alcançar a perfeição deve ser uma constante. Assim sendo, este trabalho de investigação pretendeu “abrir a porta” e apresentar a filosofia *Lean* a uma área do sector da construção que se encontra algo despercebida em Portugal, havendo por isso um longo caminho a percorrer para a criação de um modelo completamente ajustado a este tipo de obra.

De forma a completar este trabalho, seria interessante aplicar este modelo a outras obras de reabilitação de edifícios, por forma a identificar se os problemas detectados e as soluções alcançadas se relacionam de algum modo, tentando encontrar um padrão.

Seria igualmente interessante o desenvolvimento de um caso de estudo aplicado à cadeia de fornecedores, tornando-a mais eficiente, e avaliar o impacto desse acréscimo de eficiência na obra.

Existe uma forte carência de estudos ao nível do levantamento do património edificado e sua caracterização. Seria de extrema importância a realização de estudos nessa vertente, bem como a criação de um “Bilhete de Identidade” do Edifício, onde fiquem registadas todas as intervenções de que foi alvo ao longo da sua vida.

Espera-se que o presente trabalho sirva de motivação para a realização de futuros trabalho de aplicação dos princípios *Lean*, nomeadamente na área da reabilitação, tornando-a num processo menos complexo.

7 Bibliografia

AFONSO, F.; MARTINS, B.; VIDAL, C.; ADÃO, D.; *et al.* – *O Mercado da Reabilitação – Enquadramento, Relevância e Perspectivas*. Lisboa, AECOPS, 2009.

ABDULMALEEK, F.; RAJGOPAL, J. - *Analyzing the benefits of lean manufacturing and value stream mapping via simulation: A process sector case study*. International Journal of Production Economics, Volume 107, págs. 223-236, 2007.

ALARCÓN, L.; DEITHELM, S.; ROJO, O.; CALDERON, R. - “*Assessing the Impacts of Implementing Lean Construction*” Thirteenth Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC-13), págs. 387-393. Sydney, Australia, 2005.

BALLARD, Glenn. - *The Last Planner*. Northern California Construction Institute. Monterey, USA, 1994.

BALLARD, Glenn. - *The last Planner System of Production Control*. School of Civil Engineering, Faculty of Engineering, The University of Birmingham, UK, 2000.

BALLARD, G.; HOWELL, G. – *Shielding production: essential step in production control*. Journal of Construction Engineering and Management, Volume 124, nº1, págs. 11-17, 1998

CHILD, P.; DEIDERICHS, R. - *The Management of Complexity*. Sloan Management Review, Volume 17, nº 2, págs.73-80, 1991.

CONTE, António. – *Um novo paradigma para a gestão da produção na Construção Civil*. Qualidade na Construção, nº11. Sinduscon-SP, 1998.

Consultado em Google Maps, s/d. <http://maps.google.pt/maps?hl=pt-pt&tab=wl> (10/01/2011)

GONÇALVES, Wilma. *Utilização de Técnicas Lean e Just in Time na Gestão de Empreendimentos e Obras*. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil, Instituto Superior Técnico, Portugal, 2009.

HICKS, Ben. - *Lean information management: Understanding and eliminating waste*. International journal of Information Management, Volume 27, nº4, págs. 233-249, 2007.

HOLWEG, Matthias. - *The genealogy of lean production*. Journal of Operations Management. Volume 25, nº2, págs. 420-237, 2007.

HOWELL, Gregory – *What is Lean Construction*. IGLC 7, Berkeley, USA, 1999

JUNIOR, M.; FILHO, M. - *Variations of the kanban system: Literature review and classification*. International Journal of Production Economics, Volume 125, nº1, págs. 13-21, 2010.

KOSKELA, Lauri - *Application of the new production philosophy to construction*. CIFE Technical Report: 72, Stanford University, USA, 1992.

KOSKELA, Lauri - *An exploration towards a production theory and its application to construction*. Dissertation for the degree of Doctor of Technology, Helsinki University of Technology, Espoo, Finlândia, 2000.

KOSKELA, Lauri – *We Need a Theory of Construction*. Berkeley-Stanford CE&M Workshop: Defining a Research Agenda for AEC Process/Product Development in 2000 and Beyond, Stanford University, Berkeley, 2000(a).

KOSKELA, L.; BERTELSEN, S. – *Construction Beyond Lean: A New Understanding of Construction Management*. IGLC 12, Elsinore, Dinamarca, 2004

LYU, Jung - *Applying Kaizen and automation to process reengineering*. Journal of Manufacturing Systems. Volume 15, nº 2, págs. 125-132, 1996.

MELTON, Trish. - *The Benefits of Lean Manufacturing: What Lean Thinking has to Offer the process industries*. Chemical Engineering Research and Design, Volume 83, nº 6, págs. 662-673, 2005.

MENDONÇA, Tiago - *Desenvolvimento e aplicação de metodologias lean na construção*. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil, Universidade de Aveiro, Portugal, 2009.

PAIVA, J.; AGUIAR, J.; PINHO, A. - *Guia Técnico de Reabilitação Habitacional*. Lisboa, Instituto Nacional de Habitação, Volume 1, págs. 22-84, 2006.

PENEIROL, Nelson - *Lean Construction em Portugal - Caso de estudo de implementação de sistema de controlo da produção Last Planner*. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil, Instituto Superior Técnico, Portugal, 2007.

PIMENTEL, A.; MARTINS, J. - *Reabilitação de edifícios tradicionais*. Porto, Universidade Fernando Pessoa, 2005.

ROTHER, M; SHOOK, J. - *Learning to see – Value-Stream Mapping to Create Value and Eliminate Muda*. The Lean Enterprise Institute. Massachusetts, EUA, 1998.

SACKS, R.; TRECKMAN, M.; ROZENFELD, O. - *Visualization of Work Flow to Support Lean Construction*. Journal of Construction Engineering & Management. Volume 135, nº 12 págs. 1307-1315, 2009.

STALK, G.; HOUT, T. - *Competing against time*. Free Press, NY, 1989.

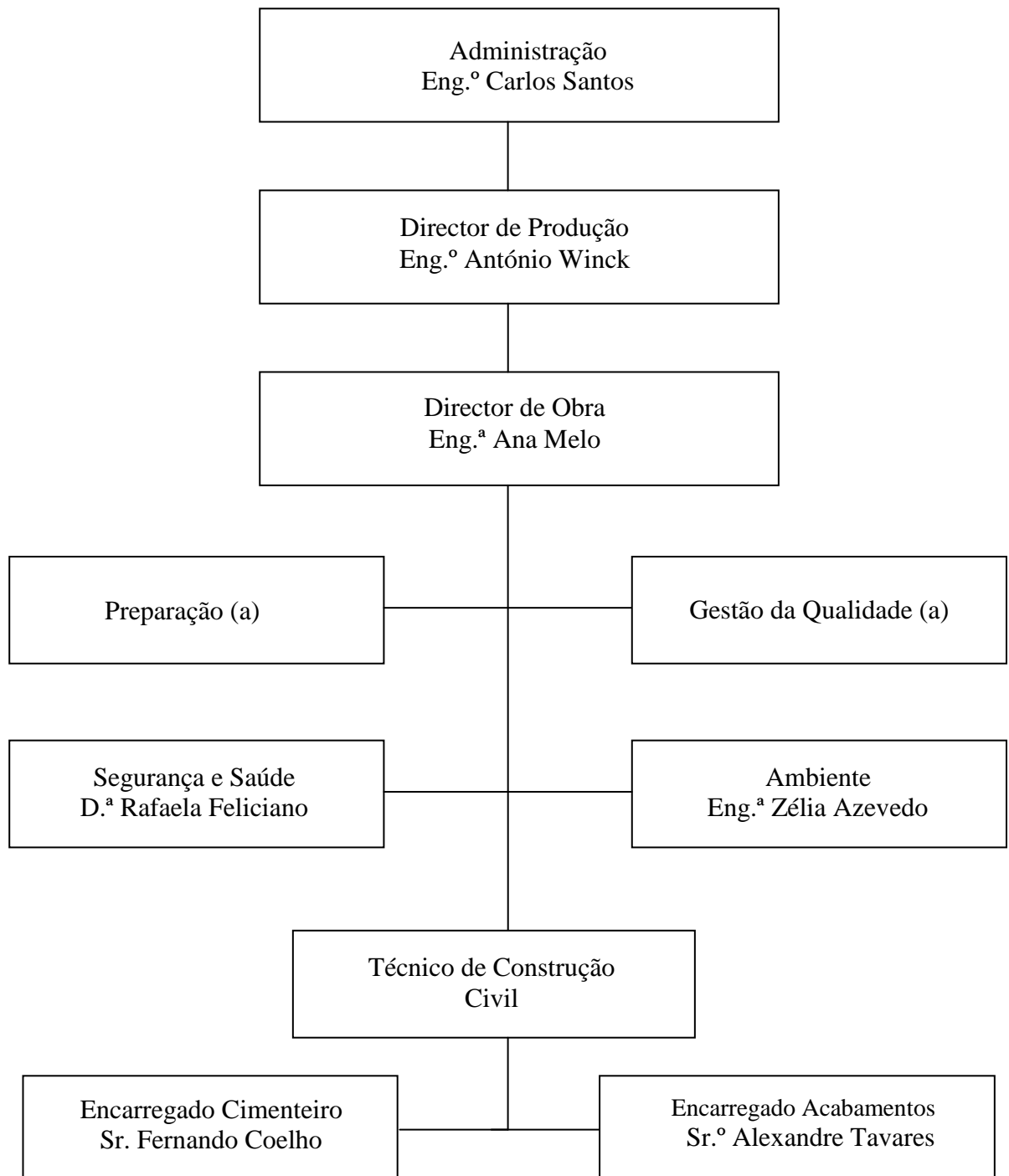
VRIJHOEF, R., KOSKELA, L. - *The four roles of supply chain management in construction*. European Journal of Purchasing & Supply Management, Volume 6, nº4, págs. 169-178, 2000.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T. - *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in your Corporation*. Simon and Schuster, New York, USA, 1996.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T.; ROOS, D. – *The Machine That Changed The World – The Story of Lean Production*. New York, HarperPerennial, 1990.

Anexos

I. Organograma da obra Cidadela de Cascais



(a) – Coordenação dos Serviços Centrais da Empresa

II. Guião de Entrevistas

I – Introdução

Esta entrevista tem como objectivo o enquadramento das práticas comuns do departamento de produção da empresa. Pretende-se averiguar se os procedimentos detectados na obra em estudo constituem práticas comuns a todo o departamento de produção. Como tal serão entrevistados profissionais com uma visão privilegiada desta área da empresa, aliada a uma vasta experiência profissional na indústria da construção.

II – Obras Soares da Costa

- Quais os principais problemas que surgem nas diversas fases de obra?
 - Projecto
 - Preparação de obra
 - Execução
- No seu entender, qual destas fases pode ter mais impacto no desempenho da obra?
- Até que ponto a postura do Dono de Obra relativamente ao cumprimento rigoroso dos prazos e dos custos condiciona a abordagem da obra por parte do empreiteiro relativamente a estas questões.
 - Nada importante
 - Pouco importante
 - Importante
 - Muito importante
- A postura do Dono de Obra em relação à sustentabilidade influencia de forma determinante a abordagem da obra por parte do empreiteiro?
- Verificou-se a subcontratação de duas subempreitadas para o mesmo tipo de trabalho, premiando a melhor subempreitada com entrega de outro edifício. É prática comum na empresa?

- Tem conhecimento de utilização anterior de ferramentas de gestão visual em obras da empresa? (tipo aplicação de um mapa ilustrativo que apresenta os avanços dos trabalhos semanais)
- Já contactou com este tipo de ferramentas em obras suas? Vê vantagens na sua utilização? Que implicações e consequências antevê nessa utilização?

III – Obras de reabilitação Soares da Costa/Cidadela de Cascais

- De forma geral, quais são as maiores dificuldades encontradas nas obras de reabilitação na fase de execução?
 - Falta de espaço
 - Falta de mão-de-obra qualificada
 - Discrepância entre trabalhos previstos e realizados
 - Outros
- Em média, comparativamente com a construção nova, a reabilitação costuma ter mais atrasos? Caso afirmativo, porque é que acontece?

PLADUR

- Nas vossas obras em que trabalham com Pladur quanto tempo medeia a encomenda do material e a entrega? Essas encomendas correspondem a quanto tempo de trabalho na frente?
- Por norma, aquando da entrega do material em obra como é que este é encaminhado?
 - Fica no estaleiro em local próprio a aguardar para ser levado para a frente?
 - É levado directamente para a frente de trabalho?
 - Fica “disperso” pelo estaleiro (onde houver espaço)
- Da sua experiência em obra como é processada a limpeza do local de trabalho ao longo da realização dos trabalhos?
 - Efectuada no final de cada dia, sensivelmente? Semanalmente?
 - Efectuada quando finalizada uma fase de trabalho (por exemplo um piso)

Efectuada quando já se notam certas dificuldades em trabalhar

- Relativamente ao encaminhamento dos resíduos para fora da obra, em média quanto tempo demora a recolha do contentor? (Tempo desde o pedido feito até à recolha do contentor)
- Existe algum elemento de sinalização que indique o momento da recolha? (Como sabem que a recolha deve ser feita?). Que vantagens vê na sua implementação?

AÇO

- De forma geral a encomenda do aço é feita com base em que princípio?
Variação de valor
Por período de trabalho? Quanto tempo em média?
Por nível?
- Considera a aquisição de aço previamente cortado e moldado, uma boa opção para obras de reabilitação?
Relativamente à falta de espaço
Relativamente aos custos
Redução do tempo dos trabalhos
Redução do número de trabalhadores

PLANEAMENTO

- É prática comum realizar balizamentos mensais?
- A par destes balizamentos é comum a realização de uma análise por comparação percentual entre trabalho previsto e realizado?
- Quando são verificados atrasos nos balizamentos tem conhecimento do uso de alguma ferramenta que ajude a detectar a relação causa/efeito desses atrasos? (como por exemplo o uso de um mapa de irregularidades)

- Vê vantagens na sua utilização? Que implicações e consequências antevê nessa utilização?
- Como vê a partilha dessa informação pelas diversas direcções de obra? (por forma a evitar novas ocorrências)

Tabela 1 - Paralelismo entre optimização detectada em obra e Lean Construction

Processos	Etapa	Optimização	Designação <i>Lean</i>
Planeamento	Balizamentos	Aquando dos balizamentos mensais são efectuadas análises comparativas entre o previsto e o realizado	Last Planner e PPC (Percentagem do Planeamento Completo)
Preparação de obra	Contratação das subempreitadas	Distribuição da área de negócio pelas subempreitadas; Criação de um ambiente de trabalho salutar entre os vários intervenientes	Relação de proximidade entre empreiteiro geral e subempreiteiros
Pladur	Encomenda e recepção do material	Encomenda de material efectuada apenas com um dia de antecedência; Stock do material em obra apenas para uma semana de trabalho	JIT (just in time)
	Deslocação material para local de aplicação	Aquando da entrega do material em obra, este é automaticamente reencaminhado para as diferentes frentes de trabalho	5S e Eliminação do MUDA
	Encaminhamento dos desperdícios para local apropriado	Ao longo do processo de aplicação, os desperdícios vão sendo encaminhados para contentor apropriado	5S
	Recolha dos desperdícios	Quando o contentor se encontra cheio, a recolha é efectuada no prazo máximo de um dia	5S
Aço	Encomenda e recepção do material	Stock do material em obra apenas para sensivelmente um mês de trabalho	JIT (just in time)

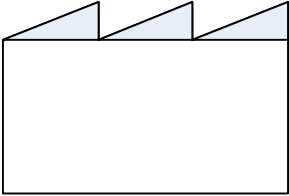
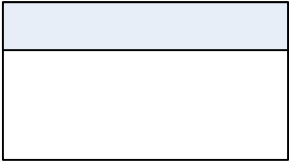

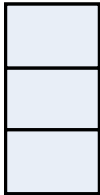


Tabela 2 - Propostas de melhoria em obra

Processos	Proposta de melhoria	Justificação	Designação <i>Lean</i>
Material Cofragens	Aquando da cofragem/descofragem, proceder-se à limpeza do local (desperdícios) com recurso a contentores na proximidade	Permitirá ter o local limpo facilitando a leitura do local (percepção de obstáculos) e o começo das empreitadas a jusante; Permite ainda a diminuição da probabilidade de não conformidades, e a probabilidade de acidentes de trabalho e um reencaminhamento mais rápido de resíduos (que não trazem valor á obra)	5S
Aço	Optar pela aquisição do aço previamente cortado e moldado	Permitirá diminuir a quantidade de desperdícios, reduzir as dimensões do estaleiro de aço, bem como o número de trabalhadores	Eliminação de actividades <i>in-situ</i>
Planeamento	Associar ao PPC o Mapa de Irregularidades	Irá permitir perceber o porquê do incumprimento das actividades dos balizamentos mensais e prevenir a repetição do erro	<i>Kaizen</i>
Preparação de obra	Colocação de um Mapa de Progresso em zona visível no estaleiro	Irá permitir que todos em obra sejam informados da evolução do planeamento	Gestão Visual

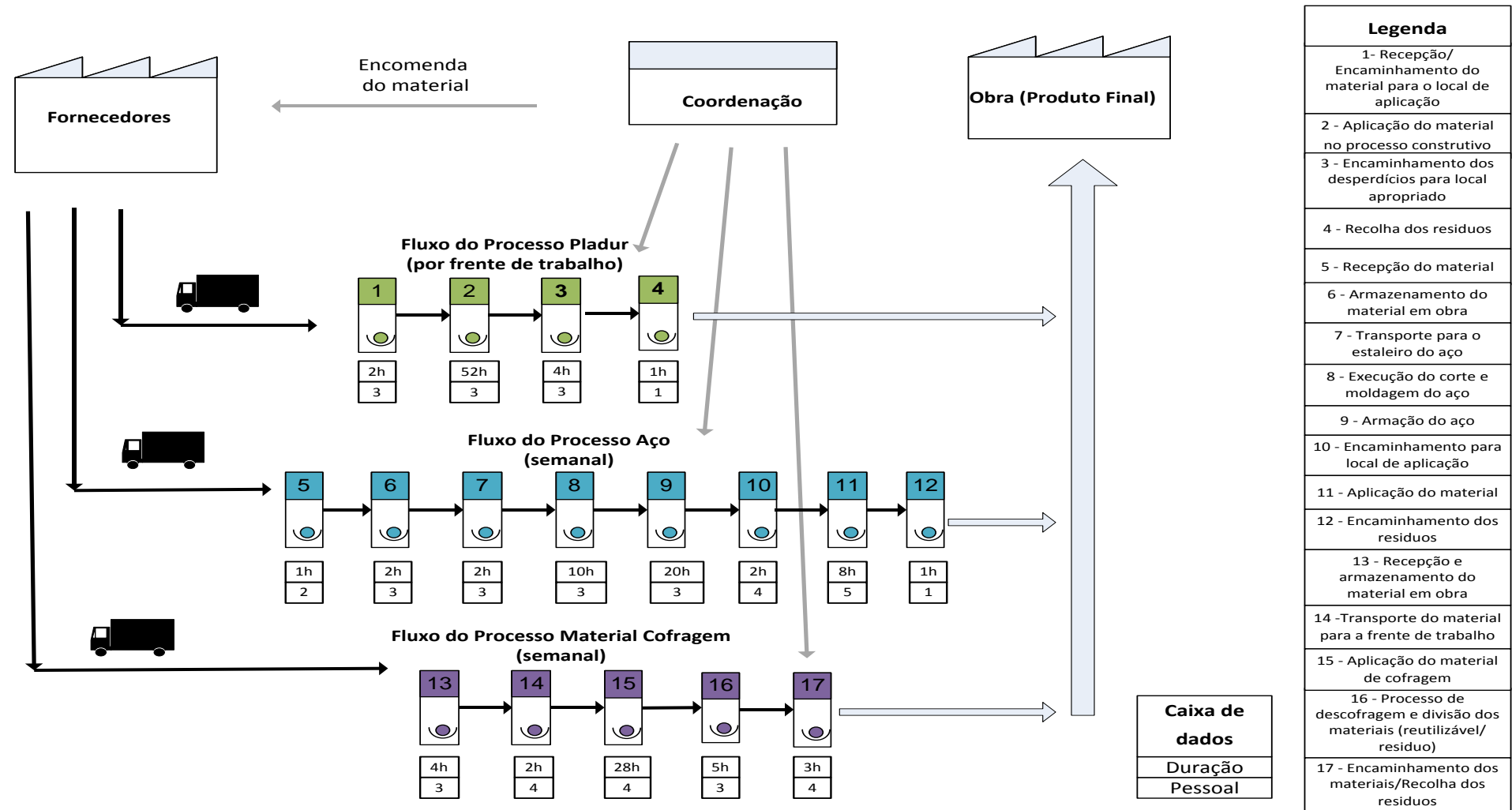
Tabela 3: Mapa de irregularidades proposto

Mapa de Irregularidades				
Obra:			Semana:	
Nº Actividade:	Designação:	Falha detectada:	Consequência:	Sugestão de resolução:

III. Ícone usado no MFV

	Cliente ou fornecedor
	Controlo de Produção
	Processo de Produção
	Caixa de dados
	Fluxo de informação manual
	Entrega ou envio por camião

IV. Mapeamento Actual do Fluxo de Valor



V. Mapa de Irregularidades Implementado

OBRA 05.52 - POUSADA DA CIDADELA DE CASCAIS

QUARTO

ACTIVIDADE	INICIO	RESPONSÁVEL	CONCLUSÃO	RESPONSÁVEL	OBSERVAÇÕES
PLADUR					
ESTRUTURA					
1ª PLACA					
FECHO PAREDES E TECTOS					
EMASSAMENTO					
INSTALAÇÕES HIDRAÚLICAS					
TUBAGEM E CAIXAS					
BANHEIRA/ BASE DE DUCHE					
LOUÇAS E ACESSÓRIOS					
INSTALAÇÕES ELÉCTRICAS					
TUBAGENS/ CAMINHOS CABOS					
CAIXAS					
CABOS E CONDUTORES					
QUADROS ELÉCTRICOS					
ARMADURAS E APARELHAGEM					
INSTALAÇÕES MECÂNICAS					
TUBAGENS					
UNIDADES INT.CLIMATIZAÇÃO					
GRELHAS					
C. CIVIL INST. SANITÁRIA					
IMP. PAREDES E PAVIMENTO					
CERÂMICOS					
CAIXILHO ALUMÍNIO					
PINTURAS					
SOALHO					
CARPINTARIAS					
DIVERSOS					